11 ИЮНЯ 1934 11 IUIN

ДОКЛАДЫ
АКАДЕМИИ НАУК СССР

IMPERIAL MYCOLOGIC
9 JULY 1934
INSTITUTE

COMPTES RENDUS
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE L'URSS

ТОМ II — VOLUME II

№ 8

	стр.
МАТЕМАТИКА	
Л. В. Канторович. О конформном отображении многосвязных областей	441
А. В. Светлов. Об асимптотическом выражении для бесселевых функций большого порядка	445
АСТРОНОМИЯ	
В. Г. Фесенков, член-корреспондент Академии Наук. Определения эквивалентной толщи атмосферного озона, произведенные в Кучине	448
ФИЗИКА	
П. А. Черенков. Видимое свечение чистых жидкостей под действием γ-радиации	451
С. И. Вавилов, академик. О возможных причинах синего γ-свечения жидкостей	457
М. П. Бронштейн. Свойства излучения при очень высоких плотностях энергии	462
Р. И. Якус и Я. С. Шур. Новый способ определения магнитной восприимчивости газов и паров	465

	pag.
MATHÉMATIQUES	
L. Kantorovič (Kantorovitch). Sur la représentation conforme des domaines multiconnexes	444
A. Svetlov. Über die asymptotischen Ausdrücke für Besselsche Funktionen bei grossen Indexen	448
ASTRONOMIE	
V. Fesenkov (Fessenkoff), membre correspondant de l'Académie. Déterminations de l'épaisseur équivalente de l'ozone atmosphérique faites à l'observatoire astrophysique de Kutchino	450
PHYSIQUE	
P. Čerenkov. Sichtbares Leuchten von reinen Flüssigkeiten unter der Einwirkung von γ-Strahlen	455
S. Wawilov, Mitglied der Akademie. Über die möglichen Ursachen des blauen γ-Leuchtens von Flüssigkeiten	459
M. Bronstein. Eigenschaften der Strahlung bei sehr hohen Energiedichten	463
R. Jaanus and J. Schur. A New Method of Determination of the Magnetic Susceptibility of Gases and Vapours	467

(См. на обороте)

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
ЛЕНИНГРАД — LENINGRAD

(*Продолжение*)

СТР.

БИОФИЗИКА

П. П. Лазарев, академик, и **З. В. Буланова.** Об изменениях скорости восстановления зрительного пурпура в течение беременности 470

П. П. Лазарев, академик, **Н. Пильман** и **А. Гамбурцева.** О влиянии CO на адаптацию глаза 472

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Г. Я. Смышляев. О некоторых особенностях теплового действия электрического тока в жидкостях и газах . 474

ХИМИЯ

Г. В. Челинцев. О механизме сложноэфирных конденсаций 477

А. Полесицкий. Распределение радиоактивных элементов между жидкой фазой и твердой кристаллической. Распределение Ra между раствором и кристаллами $BaCl_2 . 2H_2O$ в присутствии HCl 483

ГЕНЕТИКА

М. Игнатьев. О математических приемах обработки наблюдений над близнецами 489

Г. К. Хрущов. Культуры лейкоцитов крови как метод исследования соматического кариотипа человека . 496

ГЕОЛОГИЯ

В. И. Крокос. К вопросу о номенклатуре четвертичных отложений Украины 500

ЗООЛОГИЯ

А. Я. Таранец и **А. П. Андриашев.** О новом роде и виде *Petroschmidtia Albonotata (Zoarcidae, Pisces)* из Охотского моря 506

Д. Н. Талиев и **А. Я. Базикалова.** Предварительные результаты сравнения фауны Байкала и Каспия при помощи реакции преципитации . . 512

ХРОНИКА

Второй всесоюзный математический съезд 517

Труды Конференции по изучению стратосферы 518

„Менделеевские чтения“ и Менделеевский съезд 518

PAG.

BIOPHYSIQUE

P. Lazarev, (Lasareff), de l'Académie, et **Z. Bulanova.** Sur le changement de la vitesse de reconstitution du pourpre visuel au cours de la grossesse . 471

P. Lazarev (Lasareff), de l'Académie, **N. Pillmann** et **A. Gamburceva.** Sur l'influence de CO sur l'adaptation de l'oeil . . 473

ÉLECTRICITÉ

G. Smyšljajev. On Some Special Cases of the Heat Effect of Electric Current in Electrolytes and Gases 477

CHIMIE

G. Čelincev. On the Mechanism of Ester Condensations 481

A. Polesickij (Polessitsky). Recherches sur la distribution des éléments radioactif entre une phase liquide et une phase cristalline solide. Distribution du radium entre la solution et les cristaux de $BaCl_2 . 2H_2O$ en présence de HCl 486

GÉNÉTIQUE

M. Ignatjev. Mathematical Treatment of Data on Twins 492

G. Chruščov. The Cultures of Blood Leucocytes as a Method of Investigating the Somatic Karyotype of Man. 498

GÉOLOGIE

W. Krokos. Zur Nomenklatur der Quartärablagerungen der Ukraine 503

ZOOLOGIE

A. Taranec and **A. Andriašev.** On a New Genus and Species, *Petroschmidtia albonotata (Zoarcidae, Pisces)*, from the Okhotsk Sea 509

D. Taliev and **A. Bazikalova.** Preliminary Results of a Comparison of the Baikal and Caspian Faunae by the Method of Precipitin Reaction . . 515

CHRONIQUE

The Second All-Union Mathematical Congress 519

The Proceedings of the Conference for the Study of the Stratosphere . . . 519

Mendeléeff Readings and Mendeléeff Congress 520

Доклады Академии Наук СССР 1934
Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de l'URSS

МАТЕМАТИКА

Л. В. КАНТОРОВИЧ

О КОНФОРМНОМ ОТОБРАЖЕНИИ МНОГОСВЯЗНЫХ ОБЛАСТЕЙ

(*Представлено академиком С. Н. Бернштейном 5 V 1934*)

В моей статье „О конформном отображении“ (1) мною был развит метод построения функций, отображающей конформно единичный круг на данную конечную односвязную область. При этом предполагалось, что уравнение контура данной области зависит от параметра, и при начальном значении его $\lambda=0$ отображающая функция известна; тогда для нахождения ее при $\lambda\neq 0$ был применен метод последовательных приближений, сходимость которого была установлена для λ малых. В настоящей заметке я применяю тот же метод для построения функции, отображающей одну многосвязную область на другую.

Здесь удается, внеся соответственные модификации, дать аналогичные тому случаю формулы для последовательных приближений, а также доказать сходимость метода для λ малых.

Итак пусть дана область $\Delta(\mu_0, \mu_1, \ldots, \mu_k)$ на плоскости ζ, представляющая внутренность простого замкнутого контура $\Gamma_0^{(\mu_0)}$, из которой удалены внутренности контуров $\Gamma_1^{(\mu_1)}, \ldots, \Gamma_k^{(\mu_k)}$. И пусть на плоскости Z дана область D_λ, аналогичным образом образованная контурами $C_0^{(\lambda)}, C_1^{(\lambda)}, \ldots, C_k^{(\lambda)}$. Делаем следующие предположения:

1) Контура $\Gamma_0^{(0)}; \Gamma_1^{(0)}; \ldots; \Gamma_k^{(0)}$, а также $C_0^{(0)}, C_1^{(0)}, \ldots, C_k^{(0)}$; т. е. соответствующие значениям параметров равным нулю, — попарно без общих точек.

2) Контур $\Gamma_j^{(\mu_j)}$ $(j=0, 1, 2, \ldots, k)$ ограничен кривой, уравнение которой

$$\Phi^{(j)}(\zeta, \bar{\zeta}, \mu_j)=0; \qquad [1]$$

при этом функция $\Phi^{(j)}(\zeta, \eta, \mu_j)$ — аналитическая функция своих аргументов, если $\eta=\bar{\zeta}$, $\mu_j=0$ и точка ζ лежит на контуре $C_j^{(0)}$, т. е.

$$\Phi^{(j)}(\zeta, \bar{\zeta}, 0)=0. \qquad [2]$$

Кроме того предполагаем, что для $\eta=\bar{\zeta}$ функция $\Phi^{(j)}(\zeta, \eta, \mu_j)$ принимает при достаточно малых μ_j чисто вещественное значение.

Аналогично предполагаем, что уравнение контура $C_j^{(\lambda)}$ $(j=0, 1, \ldots, k)$ есть

$$F^{(j)}(z, \bar{z}, \lambda)=0, \qquad [3]$$

причем относительно функций $F^{(j)}$ делаем те же предположения, что и относительно $\Phi^{(j)}$.

3) Предполагаем, что кривые $\Gamma_j^{(0)}$ и $C_j^{(0)}$ особых точек не имеют, т. е.

$$\Phi_\zeta^{(j)\prime}(\zeta, \bar{\zeta}, 0)\neq 0, \quad F_z^{(j)\prime}(z, \bar{z}, 0)\neq 0, \quad (j=0, 1, \ldots, k). \qquad [4]$$

4) Для области $\Delta_0=\Delta(0, 0, \ldots, 0)$ известна функция Грина, а тем самым и интеграл, аналогичный интегралу Шварца (2), который,

позволяет по вещественной части аналитической функции на контурах восстановить ее, именно с помощью формулы вида:

$$f(\zeta)=\sum_{j=0}^{k}\int_{\Gamma_j^{(0)}} M(\zeta,\zeta_1)\,R(f(\zeta_1))\,d\zeta_1. \qquad [5]$$

При этом, для того чтобы функция $f(\zeta)$ оказалась однозначной, требуется соблюдение k условий (2)

$$\sum_{i=0}^{n}\int_{\Gamma_i^{(0)}} \beta_j(\zeta_1)\,R(f(\zeta_1))\,d\zeta_1=0. \qquad (j=1,2,\ldots,k) \qquad [6]$$

5) Для значений параметров $\mu_0=\mu_1=\ldots=\mu_k=0$ и $\lambda=0$ известна функция $\chi_0(\zeta)$, конформно отображающая область Δ_0 на D_0, удовлетворяющая при этом условию, что она переводит некоторую точку α_0 (внутреннюю точку Δ_0) в данную точку a_0 на плоскости z так, что

$$\chi_0(\alpha_0)=a_0;\quad \chi_0'(\alpha_0)=1. \qquad [7]$$

6) $\alpha(\lambda)$ и $a(\lambda)$ аналитические функции λ, для которых

$$\alpha(0)=\alpha_0;\quad a(0)=a_0. \qquad [8]$$

7) Области $\Delta(\mu_0,\mu_1,\ldots,\mu_k)$ при изменении параметров вблизи нуля конформно независимы. Именно, нельзя указать таких чисел $\bar{\mu}_0,\bar{\mu}_1,\ldots,\bar{\mu}_k$ и такой функции $\bar{\chi}(\zeta,\varepsilon)$, которая бы с точностью до ε^2 конформно преобразовывала область Δ_0 на $\Delta(\mu_0\varepsilon,\bar{\mu}_1\varepsilon,\ldots,\bar{\mu}_k\varepsilon)$. Этому условию ниже будет дано и аналитическое выражение.

При выполнении условий 1—7 существуют для λ достаточно малых аналитические функции $\mu_0(\lambda),\mu_1(\lambda),\ldots,\mu_k(\lambda)$ и функция $z=\chi(\zeta,\lambda)$, конформно отображающая область $\Delta(\mu_0(\lambda),\ldots,\mu_k(\lambda))$ в D_λ так, что при этом

$$\chi(\alpha(\lambda),\lambda)=a(\lambda);\quad \chi'(\alpha(\lambda),\lambda)=1. \qquad [9]$$

Функцию $\chi(\zeta,\lambda)$, а также $\mu_j(\lambda)$ будем искать в виде рядов по степеням λ:

$$\chi(\zeta,\lambda)=\chi_0(\zeta)+\lambda\chi_1(\zeta)+\lambda^2\chi_2(\zeta)+\ldots \qquad [10]$$

$$\mu_j(\lambda)=\mu_j^{(1)}\lambda+\mu_j^{(2)}\lambda^2+\ldots \qquad [11]$$

Функция $\chi_0(\zeta)$ нам дана, функции $\chi_n(\zeta)$ и числа $\mu_j^{(n)}$ будем определять последовательно, при этом $\chi_n(\zeta)$ считаем однозначной регулярной аналитической функцией в области Δ_0 и вблизи нее. Пусть функции $\mu_j(\zeta)$ и числа $\mu_j^{(l)}$ $(j=0,1,2,\ldots,k)$ определены для всех $l<n$. Дадим формулы для определения чисел $\mu_j^{(n)}$ и функции $\chi_n(\zeta)$. Функция $\chi(\zeta,\lambda)$ переводит контур $\Gamma_j^{(\mu_j)}$ в $C_j^{(\lambda)}$, а потому, если точка ζ^* лежит на $\Gamma_j^{(\mu_j)}$, то $\chi(\zeta^*,\lambda)$ должна лежать на $C_j^{(\lambda)}$, т. е.

$$F^{(j)}(\chi(\zeta^*,\lambda),\ \bar{\chi}(\zeta^*,\lambda),\lambda)=0. \qquad [12]$$

Отсюда в n-ом приближении:

$$\frac{1}{n!}\Big[\frac{d}{d\lambda^n}F^{(j)}(\chi_0(\zeta^*)+\lambda\chi_1(\zeta^*)+\ldots+ \\ +\lambda^n\chi_n(\zeta^*),\overline{\chi_0(\zeta^*)}+\ldots+\lambda^n\overline{\chi_n(\zeta^*)},\lambda)\Big]_{\lambda=0}=0. \qquad [13]$$

Точка ζ^* контура $\Gamma^{(\mu_j)}$ лежит на некоторой нормали, проведенной в точке ζ к контуру $\Gamma_j^{(0)}$. Элементарное передвижение $\zeta^* - \zeta$ по нормали от точки ζ к ζ^* можем разложить по степеням λ и написать:

$$\zeta^* - \zeta = \zeta_1 \lambda + \zeta_2 \lambda^2 + \ldots + \lambda^n \zeta_n + \ldots, \qquad [14]$$

где $\zeta_1, \zeta_2, \ldots$ функции ζ. Из этих функций $\zeta_1, \ldots, \zeta_{n-1}$, можем считать определенными при предыдущих приближениях, тогда для определения ζ_n имеем два условия:

1) Точка ζ^* лежит на нормали к контуру $\Gamma_j^{(0)}$ в точке ζ:

$$\Phi_\zeta^{(j)\prime}(\zeta, \bar{\zeta}, 0)(\zeta^* - \zeta) - \Phi_{\bar{\zeta}}^{(j)\prime}(\zeta, \bar{\zeta}, 0)\overline{(\zeta^* - \zeta)} = 0. \qquad [15]$$

2) точка ζ^* лежит на кривой $\Gamma_j^{(\mu_j)}$:

$$\Phi^{(j)}(\zeta^*, \bar{\zeta}^*, \mu_j) = 0. \qquad [16]$$

Приравнивая в последних двух уравнениях нулю коэффициент при λ^n, получим два уравнения для определения ζ_n и $\bar{\zeta}_n$, из которых найдем:

$$\zeta_n = -\frac{1}{2}\frac{\Phi_{\mu_j}^{(j)\prime}(\zeta, \bar{\zeta}, 0)}{F_\zeta^{(j)\prime}(\zeta, \bar{\zeta}, 0)}\mu_j^{(n)} + T_n^{(j)}; \quad \bar{\zeta}_n = -\frac{1}{2}\frac{F_{\mu_j}^{(j)\prime}(\zeta, \bar{\zeta}, 0)}{F_{\bar{\zeta}}^{(j)\prime}(\zeta, \bar{\zeta}, 0)}\mu_j^{(n)} + \bar{T}_n^{(j)}, \qquad [17]$$

где через $T_n^{(j)}$ обозначена для краткости письма некоторая функция от ζ, определяющаяся через предыдущие приближения; при этом $T_1^{(j)} = 0$.

Подставляя ζ^* из уравнения [14] в [13] и развертывая в последнем функцию $F^{(j)}$ по формуле Тэйлора найдем:

$$\begin{aligned}
&\frac{1}{n!}\Big[\frac{d}{d\lambda^n}F^{(j)}(\chi_0(\zeta^*) + \lambda\chi_1(\zeta^*) + \ldots + \lambda^n\chi_n(\zeta^*), \overline{\chi_0(\zeta^*)} + \ldots + \\
&+ \lambda^n\overline{\chi_n(\zeta^*)}, \lambda)\Big]_{\lambda=0} = \frac{1}{n!}\Big\{\frac{d}{d\lambda^n}\Big[F^{(j)}(\chi_0(\zeta_0 + \lambda\zeta_1 + \ldots + \lambda^{n-1}\zeta_{n-1}) + \\
&+ \lambda^n\chi_0'(\zeta)\zeta_n + \ldots + \lambda^{n-1}\chi_{n-1}(\zeta) + \lambda^n\chi_n(\zeta); \overline{\chi_0(\ )} + \ldots, \lambda)\Big]\Big\}_{\lambda=0} = \\
&= \frac{1}{n}\Big\{\frac{d}{d\lambda^n}\Big[F^{(j)}(\chi_0(\zeta + \ldots + \lambda^{n-1}\zeta_{n-1}) + \ldots + \\
&+ \lambda^{n-1}\chi_{n-1}(\zeta), \overline{\chi_0(\ )} + \ldots, \lambda) + F_\zeta^{(j)\prime}(\chi_0(\zeta + \ldots + \\
&+ \lambda^{n-1}\zeta_{n-1}) + \ldots, \overline{\chi_0(\ )} + \ldots, \lambda)\lambda^n(\chi_0'(\zeta)\zeta_n + \chi_n(\zeta)) + \\
&+ F_{\bar{\zeta}}^{(j)\prime}(\ldots)\lambda^n(\overline{\chi_0(\zeta)}\,\bar{\zeta}_n + \overline{\chi_n(\zeta)}) + \ldots\Big]\Big\}_{\lambda=0} = \\
&= F_\zeta^{(j)\prime}(\chi_0(\zeta), \overline{\chi_0(\zeta)}, 0)\Big[\chi_0'(\zeta)\zeta_n + \chi_n(\zeta)\Big] + \\
&+ F_{\bar{\zeta}}^{(j)\prime}(\chi_0(\zeta), \overline{\chi_0}(\zeta), 0)\Big[\overline{\chi}_0'(\zeta)\bar{\zeta}_n + \overline{\chi_n(\zeta)}\Big] + R_n = 0,
\end{aligned} \qquad [18]$$

где R_n обозначает некоторую известную функцию. Далее, так как функция $\chi_0(\zeta)$ переводит кривую $\Gamma_j^{(0)}$ в $C_j^{(0)}$, то

$$\begin{aligned}
&F^{(j)}(\chi_0(\zeta), \overline{\chi_0(\zeta)}, 0) = 0; \quad F_\zeta^{(j)\prime}(\chi_0(\zeta), \overline{\chi_0(\zeta)}, 0)\chi_0'(\zeta) + \\
&+ F_{\bar{\zeta}}^{(j)\prime}\chi_0(\zeta), \overline{\chi_0(\zeta)}, 0)\overline{\chi_0'}(\zeta) = 0.
\end{aligned} \qquad [19]$$

Исключая теперь из [18] $F_{\zeta}^{(j)}$ на основании [19] и подставляя вместо ζ_n и $\bar{\zeta}_n$ их значения [17], найдем после преобразования:

$$R\frac{\chi_n(\zeta)}{\chi_0'(\zeta)} = S_n^{(j)} - \frac{1}{2}\mu_j^{(n)}\Phi_{\mu_j}^{(j)}(\zeta,\bar{\zeta},0)\left[\frac{1}{\Phi_{\zeta}^{(j)}(\zeta,\bar{\zeta},0)} + \frac{1}{\Phi_{\bar{\zeta}}^{(j)}(\zeta,\bar{\zeta},0)}\right] =$$

$$= S_n^{(j)} + \mu_j^{(n)} P_j, \qquad [20]$$

где $S_n^{(j)}$ опять известная функция ζ.

Полученное равенство [20] дает вещественную часть отношения $\chi_n : \chi_0'$ на всех контурах $\Gamma_j^{(0)}$. Зная эту вещественную часть мы можем с помощью обобщенной формулы Шварца [5] восстановить самую функцию $\chi_n(\zeta)$:

$$\chi_n(\zeta) = \chi_0'(\zeta)\sum_{j=0}^{k} c_j \int M(\zeta,\zeta')\left(S_n^{(j)}(\zeta') + \mu_j^{(n)} P_j(\zeta')\right) d\zeta'. \qquad [21]$$

Для того чтобы эта функция $\chi_n(\zeta)$ была однозначной функцией, необходимо соблюдение k условий [6]. Эти условия дают нам систему k уравнений для определения постоянных $\mu_j^{(n)}$, именно:

$$\sum_{i=0}^{n}\left(\int_{\Gamma_i^{(0)}} \beta_j(\zeta_1) P_i\, d\zeta_1\right)\mu_i^{(n)} + \sum_{i=0}^{n}\left(\int_{\Gamma_i^{(0)}} \beta_j(\zeta_1) S_n^{(j)}(\zeta_1)\, d\zeta_1\right) = 0 \qquad j = 1, 2, \ldots, k. \qquad [22]$$

Еще одно уравнение для определения величин $\mu_j^{(n)}$ получаем из условия [9], подставив в него $\chi_n(\zeta)$ из [21] и приравняв к нулю коэффициенты при λ^n в обеих частях. Система уравнений [22] вместе с последним уравнением наверное разрешима, ибо если соответствующая однородная система имеет не нулевое решение, то, как можно доказать, не выполняется условие 7.

Наконец, на основании соображений во многом аналогичных тем, которые были применены в моей упомянутой статье, можно доказать сходимость рядов [10] и [11] для значений λ достаточно малых.

Заметим еще, что, если пользоваться аналитическим продолжением рядов [10] и [11] и если считать известным решение задачи в конформном отображении для односвязных областей, то данный способ последовательных приближений дает возможность построения функции, отображающей круг с круговыми вырезами на произвольную $(k+1)$-связную область.

Научно-исследовательский институт
математики и механики
при Ленинградском государственном
университете.

Поступило
5 V 1934.

MATHÉMATIQUES

SUR LA REPRÉSENTATION CONFORME DES DOMAINES MULTICONNEXES

Par L. KANTOROVIČ (KANTOROVITCH)

(*Présenté par S. Bernstein, de l'Académie, le 5. V. 1934*)

RÉSUMÉ

Dans notre mémoire „Sur la représentation conforme“ [1] nous avons étudié le problème de la représentation conforme du cercle $|\zeta| = 1$

sur un domaine connexe borné d'un contour analytique. Nous supposions que l'équation du contour donné dépendait d'un paramètre λ et que pour $\lambda=0$ la fonction représentante était connue. Pour ce cas était donné le développement de la fonction représentante pour $\lambda \neq 0$ suivant les puissances de λ et était demontrée la convergence uniforme de cette série pour des valeurs de λ assez petites. Ici, nous voulons étendre ces résultats aux domaines multiconnexes.

Soit donné un domaine $(n+1)$-connexe $\Delta(\mu_0, \mu_1, \ldots, \mu_n)$ sur le plan de variable ζ borné par des courbes analytiques $\Gamma_i^{(\mu_i)}$ $(i=0, 1, \ldots, n)$, dont l'équation dépend d'un paramètre μ_i. Soit donné encore un domaine $(n+1)$-connexe D_λ sur le plan z borné par des contours analytiques $C_i^{(\lambda)}$ $(i=0, 1, \ldots, n)$. Nous supposons que la fonction $\chi_0(\zeta)$ représentant le domaine $\Delta_0=\Delta(0, 0, \ldots, 0)$ sur D est donnée et que nous savons la fonction de Green pour le domaine Δ_0, c-à-d. que nous pouvons écrire la formule de Schwarz généralisée pour ce domaine.

Alors on peut construire des séries convergentes pour les valeurs de λ assez petites,

$$\chi(\zeta, \lambda)=\chi_0(\zeta)+\lambda\chi_1(\zeta)+\ldots\ldots$$
$$\mu_i(\lambda)=\mu_i^{(1)}\lambda+\mu_i^{(2)}\lambda^2+\ldots\ldots$$

telles que la fonction $\chi(\zeta, \lambda)$ représente le domaine $\Delta(\mu_0(\lambda), \mu_1(\lambda), \ldots\ldots, \mu_n(\lambda))$ sur le domaine D_λ.

Institut de Mathématiques
de l'Université de Leningrad.

Manuscrit reçu
le 5. V. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — LITTÉRATURE CITÉE.

[1] Л. В. Канторович. Матем. сборн., 40, 3; 41, 1. L. Kantorovič. Rec. math. de Moscou, 40, 3; 41. 1. [2] С. Г. Михлин. ДАН, 1934, т. I, № 6, стр. 295. S. Michlin. C. R. de l'Acad. d. Sci, de l'URSS, v. I, № 6, p. 298.

МАТЕМАТИКА

А. В. СВЕТЛОВ

ОБ АСИМПТОТИЧЕСКОМ ВЫРАЖЕНИИ ДЛЯ БЕССЕЛЕВЫХ ФУНКЦИЙ БОЛЬШОГО ПОРЯДКА

(*Представлено академиком А. Н. Крыловым 23 IV 1934*)

В статье „Новое асимптотическое выражение для бесселевых функций“ [1] В. А. Фок предлагает следующие асимптотические выражения для бесселевых функций

$$J_\nu(\nu\sec\beta)\cong\sqrt{1-\beta\operatorname{ctg}\beta}\left\{\cos\frac{\pi}{6}J_{\frac{1}{3}}(\nu\operatorname{tg}\beta-\nu\beta)-\sin\frac{\pi}{6}Y_{\frac{1}{3}}(\nu\operatorname{tg}\beta-\nu\beta)\right\},$$

$$J_\nu(\nu\operatorname{sech}\alpha)\cong\frac{1}{\pi}\sqrt{\alpha\operatorname{cth}\alpha-1}\,K_{\frac{1}{3}}(\nu\alpha-\nu\operatorname{th}\alpha),$$

$$Y_\nu(\nu\operatorname{sech}\alpha)\cong-\sqrt{\alpha\operatorname{cth}\alpha-1}\left\{2J_{\frac{1}{3}}(\nu\alpha-\nu\operatorname{th}\alpha)+\frac{\sqrt{3}}{\pi}K_{\frac{1}{3}}(\nu\alpha-\nu\operatorname{th}\alpha)\right\},$$

$$Y_\nu(\nu\sec\beta)\cong\sqrt{1-\beta\operatorname{ctg}\beta}\left\{\sin\frac{\pi}{6}J_{\frac{1}{3}}(\nu\operatorname{tg}\beta-\nu\beta)+\cos\frac{\pi}{6}Y_{\frac{1}{3}}(\nu\operatorname{tg}\beta-\nu\beta)\right\},$$

справедливые равномерно для α и β таких, что

$$0 \leqslant \alpha < \infty, \quad 0 \leqslant \beta < \frac{\pi}{2}$$

и для больших ν.

Мы покажем, что эти формулы являются не чем иным, как главными членами формул Лангера, опубликованных последним в его известных работах об асимптотических решениях дифференциальных уравнений[2,3]. Как видно из окончательных результатов, Лангер получил не только главные члены асимптотических разложений, но указал также порядок остаточных членов, что является весьма существенным при пользовании асимптотическими выражениями.

Формулы Лангера, полученные им при помощи приближенного интегрирования дифференциальных уравнений, имеют следующий вид[2]:

$$\left.\begin{aligned}
J_\rho(\rho\sec\beta) &= \sqrt{1-\beta\operatorname{ctg}\beta}\left\{\frac{1}{\sqrt{3}}J_{\frac{1}{3}}(\rho\operatorname{tg}\beta-\rho\beta)+\frac{1}{\sqrt{3}}J_{-\frac{1}{3}}(\rho\operatorname{tg}\beta-\rho\beta)\right\}+R_1,\\
J_\rho(\rho\operatorname{sech}\alpha) &= \frac{1}{\pi}\sqrt{\alpha\operatorname{cth}\alpha-1}\cdot K_{\frac{1}{3}}(\rho\alpha-\rho\operatorname{th}\alpha)+R_2,\\
Y_\rho(\rho\sec\beta) &= \sqrt{1-\beta\operatorname{ctg}\beta}\left\{J_{\frac{1}{3}}(\rho\operatorname{tg}\beta-\rho\beta)-J_{-\frac{1}{3}}(\rho\operatorname{tg}\beta-\rho\beta)\right\}+R_3,\\
Y_\rho(\rho\operatorname{sech}\alpha) &= -\sqrt{\alpha\operatorname{cth}\alpha-1}\left\{I_{\frac{1}{3}}(\rho\alpha-\rho\operatorname{th}\alpha)+I_{-\frac{1}{3}}(\rho\alpha-\rho\operatorname{th}\alpha)\right\}+R_4.
\end{aligned}\right\} \quad [1]$$

Эти формулы имеют место при вещественных значениях α и β таких, что $0 \leqslant \beta < \frac{\pi}{2}$, $0 \leqslant \alpha < \infty$, причем для не слишком больших α и β $\left(\alpha, \beta = 0\left(\rho^{-\frac{1}{3}}\right)\right)$ имеет место оценка:

$$R_i = 0\left(\rho^{-\frac{4}{3}}\right); \qquad (i=1,2,3,4) \quad [2]$$

при значениях же α и β порядка $0(\rho^0)$ имеем более точные формулы, также предложенные Лангером и имеющие вид:

$$\left.\begin{aligned}
J_\rho(\rho\sec\beta) &= \operatorname{ctg}^{\frac{1}{2}}\beta\sqrt{\frac{2}{\pi\rho}}\cos\left(\rho\operatorname{tg}\beta-\rho\beta-\frac{\pi}{4}\right)+R_1',\\
J_\rho(\rho\operatorname{sech}\alpha) &= \operatorname{cth}^{\frac{1}{2}}\alpha\,\frac{e^{-\rho(\alpha-\operatorname{th}\alpha)}}{\sqrt{2\pi\rho}}+R_2'
\end{aligned}\right\} \quad [3]$$

и аналогичные формулы для бесселевых функций 2-го рода, причем имеет место оценка

$$\left.\begin{aligned}
R_i' &= 0\left((\rho\operatorname{tg}\beta-\rho\beta)^{-\frac{3}{2}}\right), && (i=1,3)\\
R_i' &= 0\left((\rho\alpha-\rho\operatorname{th}\alpha)^{-\frac{3}{2}}\right). && (i=2,4)
\end{aligned}\right\} \quad [4]$$

На основании известного асимптотического соотношения

$$\sqrt{\frac{2}{\pi x}}\cos\left(x-\frac{\pi}{4}\right) = J_{\frac{1}{3}}(x)+J_{-\frac{1}{3}}(x)+0\left(x^{-\frac{3}{2}}\right),$$

легко убедиться, что первая из формул [2] справедлива и для значений β близких к $\frac{\pi}{2}$, причем будет иметь место оценка, указываемая соотношениями [4].

Аналогичные результаты установим для всех формул [1].

Введем теперь для удобства вместо функций $J_{\frac{1}{3}}$ и $J_{-\frac{1}{3}}$ функции $Y_{\frac{1}{3}}$ и $K_{\frac{1}{3}}$; тогда формулы [1] примут окончательный вид:

$$J_\rho(\rho\sec\beta)=\sqrt{1-\beta\operatorname{ctg}\beta}\left\{\cos\frac{\pi}{6}J_{\frac{1}{3}}(\rho\operatorname{tg}\beta-\rho\beta)-\sin\frac{\pi}{6}Y_{\frac{1}{3}}(\rho\operatorname{tg}\beta-\sigma\beta)\right\}+R_1'',$$

$$J_\rho(\rho\operatorname{sech}\alpha)=\frac{1}{\pi}\sqrt{\alpha\operatorname{cth}\alpha-1}\,K_{\frac{1}{3}}(\rho\alpha-\rho\operatorname{th}\alpha)+R_2'',$$

$$Y_\rho(\rho\sec\beta)=\sqrt{1-\beta\operatorname{ctg}\beta}\left\{\sin\frac{\pi}{6}J_{\frac{1}{3}}(\rho\operatorname{tg}\beta-\rho\beta)+\cos\frac{\pi}{6}Y_{\frac{1}{3}}(\rho\operatorname{tg}\beta-\rho\beta)\right\}+R_3'',$$

$$Y_\rho(\rho\operatorname{sech}\alpha)=-\sqrt{\alpha\operatorname{cth}\alpha-1}\left\{2J_{\frac{1}{3}}(\rho\alpha-\rho\operatorname{th}\alpha)+\frac{\sqrt{3}}{\pi}K_{\frac{1}{3}}(\rho\alpha-\rho\operatorname{th}\alpha\right\}+R_4'',$$

причем для малых α и β имеет место оценка, указываемая формулой [2] а при больших α и β формулой [4].

Приведенные результаты справедливы для комплексных значений переменных, в чем легко убедиться на основании результатов, полученных Лангером в его втором мемуаре (3), где распространяются формулы на комплексные значения переменных.

Точно также легко получить формулу, предлагаемую В. А. Фоком в конце указанной его статьи для полиномов Лежандра

$$P_n(\cos\vartheta)=\sqrt{\frac{\vartheta}{\sin\vartheta}}J_0\left(\left(n+\frac{1}{2}\right)\vartheta\right),\qquad 0\leqslant\vartheta\leqslant\frac{\pi}{2}$$

для чего проще всего воспользоваться известной формулой Хильба (4):

$$P_n(\cos\vartheta)=\sqrt{\frac{\vartheta}{\sin\vartheta}}J_0\left(\left(n+\frac{1}{2}\right)\vartheta\right)+$$
$$+\frac{1}{8n}\left(\operatorname{ctg}\vartheta-\frac{1}{\vartheta}\right)\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{\pi n\sin\vartheta}}\sin\left[\left(n+\frac{1}{2}\right)\vartheta-\frac{1}{4}\pi\right]+0\left(n^{-\frac{25}{16}}\right)$$

или появившимся в последнее время разложением Szegö (5), имеющим вид:

$$P_n(\cos\vartheta)=\sqrt{\frac{\vartheta}{\sin\vartheta}}\sum_{\nu=0}^{\infty}a_\nu(\vartheta)\frac{J_\nu\left(\left(n+\frac{1}{2}\right)\vartheta\right)}{\left(n+\frac{1}{2}\right)^\nu},$$

где

$$a_0=1,$$
$$a_1=\frac{1}{8}\left(\operatorname{ctg}\vartheta-\frac{1}{\vartheta}\right)$$
$$\cdots\cdots\cdots$$

Физико-математический институт
Академии Наук им. В. А. Стеклова.
Ленинград.

Поступило
28 IV 1934.

MATHEMATIK

ÜBER DIE ASYMPTOTISCHEN AUSDRÜCKE FÜR BESSELSCHE FUNKTIONEN BEI GROSSEN INDEXEN

Von A. SVETLOV

(*Vorgelegt von A. Krylov, Mitglied der Akademie, d. 23. IV. 1934*)

ZUSAMMENFASSUNG

In dieser Notiz betrachten wir die Ordnung des Restgliedes in den Langerschen Formeln [1] (S. 446) und zeigen, dass die Fockschen Formeln (1) mit den Langerschen zusammenfallen.

Stekloff'sches physikalisch-mathematisches
Institut der Akademie der Wissenschaften.
Leningrad.

Eingegangen
d. 23. IV. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — LITERATUR.

1 ДАН, 1934, т. I, № 3. C. R. de l'Acad. d. Sci. de l'URSS, 1934, vol. I, № 3. 2 Langer. Trans. Amer. Math. Soc., vol. 33, p. 23—64, 1931, 3 Idem. Trans. Amer. Math. Soc., vol. 34, p. 447—480, 1932. 4 Hilb. Math. Z., 5, 17—25 (1919). 5 Szegö. Proc. London Math. Soc. (2), 36, p. 430 (1933).

АСТРОНОМИЯ

В. Г. ФЕСЕНКОВ

член-корреспондент Академии Наук

ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКВИВАЛЕНТНОЙ ТОЛЩИ АТМОСФЕРНОГО ОЗОНА, ПРОИЗВЕДЕННЫЕ В КУЧИНЕ

Наблюдения над озоном производились при помощи кварцевого спектрографа Цейсса с двумя призмами. Коллиматор и фотографическая камера расположены в этом приборе параллельно и имеют одинаковую оптику (диаметр объектива 20 мм, фокусное расстояние 250 мм). Дисперсия спектрографа составляет 47 Å на 1 мм для $\lambda = 0.325$ и 36 Å на 1 мм для $\lambda = 0.307$. Щель спектрографа освещалась солнечным светом, отраженным от меловой пластинки, расположенной под углом в 45° в коробке, которая несла трубку с внутренними диафрагмами, вращающуюся по произволу под прямым углом к коллиматору и могущую быть направленную на солнце. Кроме того перед щелью спектрографа был монтирован диск из тонкой латуни, вращающийся от ручного привода. В диске вырезаны пять секториальных отверстий с отношением углов между последовательными отверстиями в 2.5. При помощи подобного приспособления при каждой экспозиции получалось пять спектров, ослабленных один по отношению к другому в определенном отношении, известном из специальных измерений. Таким образом, кроме основного солнечного спектра одновременно получалась шкала для каждой длины волны, необходимая для фотометрических редукций. При указанных условиях с экспозицией в 5—10 мин. получались спектры без заметной вуали в крайнем ультрафиолете, пригодные для измерений на микрофотометре вплоть до 305 μμ и даже до 303 μμ.

Определения эквивалентных толщ озона производились на основании измерения спектров, относящихся к различным зенитным расстояниям солнца. Обычно в спектрах измерялось фотографическое почернение для 6 площадок между $\lambda = 303$ $\mu\mu$ и 330 $\mu\mu$. В некоторых случаях число их доводилось до 14. Вот, например, значения толщ озона χ, выраженные в см согласно измерениям для разных длин волн 21 мая 1933.

Таблица 1

λ	3036	3052	3063	3070	3075	3095	3110	3123	3140	3150	3170	3190	3200
χ	0.332	0.513	0.349	0.342	0.312	0.381	0.341	0.351	0.341	0.322	0.333	0.337	0.321

Определения, сделанные в 1933 г., приводятся в нижеследующей таблице.

Таблица 2

Толща озона в см

Дата	Средняя погрешность	Дата	Средняя погрешность
14 V . . .	0.311 ± 0.004	3 VII	0.275 ± 0.012
15 V	0.276 0.007	21 VII	0.322 0.004
18 V	0.329 0.008	24 VII	0.322 0.03
19 V	0.349 0.012	10 VIII	0.311 0.008
20 V	0.360 0.014	13 VIII	0.292 0.015
21 V	0.340 0.004	15 VIII . . .	0.297 0.005
22 V	0.324 0.014	26 IX	0.264 0.021
2 VII	0.260 0.006	30 IX	0.243 0.006

Как отсюда видно, средняя погрешность составляет, примерно, 3% измеряемой величины, хотя способ вывода, основанный исключительно на коэффициентах прозрачности для разных длин волн, сравниваемых с их теоретическими значениями согласно теории Рейлея, довольно долог и неудобен. Сопоставление с метеорологическими данными показывает довольно хорошую корреляцию с барометрическим давлением.

В заключение заметим, что приспособление спектрографа Цейсса к наблюдениям над озоном выполнено в мастерской Кучинской астрофизической обсерватории под руководством Фесенкова. Проф. Пясковский произвел предварительные испытания поглощающей и отражающей способности разных экранов в крайней ультра-фиолетовой области спектра и получил, кроме того, несколько снимков солнечного спектра. Результаты, сообщенные выше, получены Лугиным, который выполнил почти все наблюдения, измерения и прочую обработку пластинок.

Астрофизическая обсерватория
Московского государственного
университета.
Кучино (Московской области).

Поступило
27 IV 1934.

ASTRONOMIE

DÉTERMINATIONS DE L'ÉPAISSEUR ÉQUIVALENTE DE L'OZONE ATMOSPHÉRIQUE FAITES À L'OBSERVATOIRE ASTROPHYSIQUE DE KUTCHINO

Par V. FESENKOV (FESSENKOFF)

membre correspondant de l'Académie

Les observations sont faites à l'aide du spectrographe de Zeiss à deux prismes de quartz. Le collimateur et la chambre photographique sont fixés parallèlement l'un à l'autre et possèdent une optique identique ($d = 20$ mm; $f = 250$ mm). La dispersion du spectrographe est égale à 47 Å par mm pour $\lambda = 0.325\ \mu$ et à 36 Å par mm pour $\lambda = 0.307\ \mu$. Dans tous les cas on observait la lumière directe du soleil réfléchie par une surface plane de craie placée à 45° devant la fente dans une boîte terminée par un tube tournant autour de l'axe du collimateur et par conséquent dirigeable à volonté sous des angles divers par rapport à l'horizon. Outre cela un disque de laiton mince installé devant la fente, portant cinq diaphragmes sectoriaux et tournant à vitesse constante, le rapport des ouvertures successives étant de 2.5 à peu près. Par ce dispositif on obtient à chaque pose le spectre divisé en cinq bandes parallèles, affaiblies l'une envers l'autre dans un rapport connu par des mesures spéciales. Ainsi chaque pose enregistre le spectre à étudier et fournit en même temps l'échelle des réductions photométriques pour toutes les longueurs d'onde. Dans ces conditions, une pose de 5—10 min. donne des spectres sans voile sensible dans l'extrême ultra-violet, qui sont en conséquence bien appropriés aux mesures a l'aide du microphotomètre jusqu'à 305 $\mu\mu$ et même à 303 $\mu\mu$.

Les déterminations de l'epaisseur équivalente de l'ozone sont faites d'après des mesures de spectres pris à des distances zénithales diverses du Soleil. Ordinairement 6 points dans le spectre étaient mesurés entre 303 et 330 $\mu\mu$.

Dans quelques cas on en utilisait jusqu'à 14. Voici, par exemple, les valeurs de l'épaisseur d'ozone χ observées le 21 mai pour différents λ.

Table 1

λ	3036	3052	3063	3070	3085	3095	3110	3123	3140	3150	3170	3190	3200
χ	0.332	0.513	0.349	0.342	0.342	0.381	0.341	0.351	0.341	0.322	0.333	0.337	0.321

Les résultats obtenus sont donnés dans table 2.

Comme on voit, l'erreur moyenne est de 3% à peu près, quoique le procédé de discussion fondé uniquement sur les coefficients de transparence pour différents λ comparés aves les valeurs théoriques de ceux-ci d'après la théorie de Rayleigh soit assez long et pénible. La comparaison avec les données météorologiques montre une correspondance assez satisfaisante avec la pression barométrique.

Ajoutons en terminant que le spectrographe était arrangé pour les observations de l'ozone par V. Fesenkov. Le prof. Piaskovskij a exécuté le travail d'examen préliminaire de la transmission des divers écrans ainsi

Table 2

Epaisseur d'ozone en cm

Date	Erreur moyenne	Date	Erreur moyenne
14 V	0.311 ± 0.004	8 VII	0.275 ± 0.012
15 V . . .	0.276 0.007	21 VII	0.322 0.004
18 V	0.329 0.008	24 VII	0.322 0.03
19 V	0.349 0.012	10 VIII	0.311 0.008
20 V	0.360 0.014	13 VIII	0.292 0.015
21 V	0.340 0.004	15 VIII	0.297 0.005
22 V	0.324 0.014	26 IX	0.264 0.021
2 VII	0.260 0.006	30 IX	0.243 0.006

que de leur pouvoir réfléchissant dans l'extrême ultra-violet. Outre cela il a obtenu quelques photographies de spectres du soleil. Les résultats communiqués plus haut sont dûs à N. Lugin, qui a effectué la presque totalité des observations, des mesures et des travaux subsidiaires portant sur l'examen des plaques.

Observatoire astrophysique
de l'Université de Moscou.
Kutchino.

Manuscrit reçu
le 27. IV. 1934.

ФИЗИКА

П. А. ЧЕРЕНКОВ

ВИДИМОЕ СВЕЧЕНИЕ ЧИСТЫХ ЖИДКОСТЕЙ ПОД ДЕЙСТВИЕМ γ-РАДИАЦИИ

(Представлено академиком С. И. Вавиловым 27 V 1934)

1. В связи с исследованием люминесценции, возбуждаемой в растворах ураниловых солей γ-лучами, нами найдено, что все чистые жидкости, имевшиеся в нашем распоряжении (20 жидкостей), обнаруживают при прохождении в них γ-лучей слабое видимое свечение. Явление, как показали опыты с жидкостями различной степени чистоты, не связано с примесями или загрязнениями.

2. Для количественных измерений свечения, ввиду его крайней слабости и наличия в окружающем пространстве жестких радиаций, мало пригоден фотографический метод. Наиболее прост и удобен визуальный метод фотометрирования, основанный на постоянстве порога зрительного раздражения для глаза вполне адаптированного на темноту (1). Схема установки, применявшейся во всех излагаемых ниже опытах, изображена на рисунке.

Источником γ-лучей служил препарат радия 103.6 мг в тройной стеклянной упаковке. Жидкость наливалась в платиновый сосуд A со средним диаметром 3 см, средней толщиной боковых стенок соответствующей 0.5 $\frac{г}{см^2}$ и толщиной дна 1 $\frac{г}{см^2}$. Такая толщина вместе со стеклянной

упаковкой препарата достаточна для поглощения α-и β-радиации, оставаясь проницаемой для γ-лучей. Через оптическую систему L_1, P, L_2 и диафрагму D свечение жидкости собирается в виде небольшого пятна, диаметром 3 мм на фотографическом клине K, который можно перемещать вдоль паза C перпендикулярно к плоскости рисунка. Изображение на клине наблюдается глазом через линзу L_3, отбрасывающую изображение на зрачок глаза. Таким образом на сетчатке получается большая светящаяся поверхность, что позволяет уверенно устанавливать на порог раздражения с относительно малыми ошибками. Принцип измерения состоит в том, что положения клина, установленного на порог зрительного раздражения, для различных яркостей будут иными. Для сохранения адаптации глаза и для устранения возможного непроизвольного самовнушения измерения положения клина производились ассистентом. Опыт показал, что для одного и того же наблюдателя (автора) абсолютная величина порога мало менялась во время опыта и оставалась практически неизменной в продолжение целого года.

В опытах с поляризацией свечения перед глазом ставилась призма Глана. Поворотом призмы из горизонтального положения главного сечения в вертикальное, производившимся ассистентом без ведома наблюдателя, можно было определить энергию i_v соответствующую вертикальным колебаниям электрического вектора и i_h — горизонтальным. Отсюда по формуле

$$P = \frac{i_v - i_h}{i_v + i_h}$$

определялась степень поляризации P.

Запасный паз E служил для помещения на пути лучей различных светофильтров. Для сохранения постоянства условий наблюдения сосуд A и трубка с препаратом помещались в общую деревянную колодку B, причем в опытах с поляризацией радий помещался в щель R_2, параллельную оси сосуда, а во всех остальных случаях под дно сосуда в щель R_1.

3. Относительные яркости свечения различных исследованных жидкостей приведены в таблице в столбце *I*. Из таблицы видно, что несмотря на весьма различное химическое строение жидкостей, яркость их свечения колеблется в сравнительно малых пределах ($\pm 18\%$). Опыты с водопроводной водой и водой, троекратно перегнанной в кварцевом сосуде в присутствии окислителя дали, совпадающие результаты.

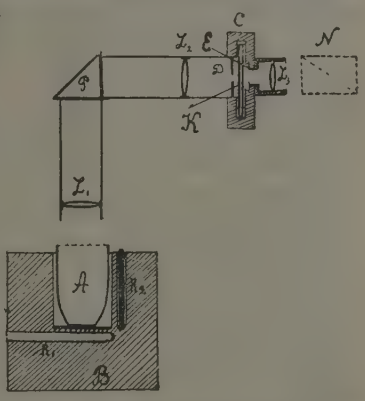
4. Слабость видимого свечения и присутствие интенсивной рассеянной жесткой радиации весьма затрудняют спектрографические опыты. Вследствие этого в данной стадии исследования для суждения о спектральном составе свечения мы ограничились визуальными измерениями через набор светофильтров.

Эти наблюдения позволяют с несомненностью заключить, что для всех жидкостей свечение сосредоточено в сине-фиолетовой части спектра. Отношение яркостей при наблюдении через различные светофильтры к суммарной яркости мало меняется для различных жидкостей, хотя и не всегда остается одним и тем же. Отсюда можно сделать предварительное заключение о малом различии спектров свечения для разных жидкостей.

5. Попытки тушить свечение растворением в жидкостях обычных энергичных тушителей флуоресценции, — иодистого калия, азотнокислого серебра, нитробензола, в малых и больших концентрациях, — не дали положительного результата; интенсивность свечения при этом не изме-

нялась. Точно также никакого заметного влияния на яркость свечения не оказывает нагревание жидкостей от комнатной температуры до температуры порядка 100° C, сопровождающееся, например в случае парафинового масла или глицерина, очень большим изменением вязкости. При тех же условиях яркость люминесцирующих растворов ураниловых солей (например в серной кислоте) меняется весьма резко.

6. Во всех исследованных случаях свечение оказалось частично поляризованным, причем преимущественная плоскость электрического вектора параллельна направлению γ-лучей. Метод измерения поляризации изложен в разделе 2; измерения производились по всем четырем квадрантам призмы Глана и контролировались наблюдениями свечения растворов ураниловых солей, излучающих неполяризованный свет. При повороте колодки B с сосудом A и препаратом радия R_2 на 90° вокруг оси сосуда, т. е. при изменении направления γ-лучей на прямой угол, плоскость поляризации также поворачивалась на 90°. Ввиду того, что радий находился вблизи сосуда A, возбуждающий пучок γ-лучей был сильно расходящимся, что должно уменьшить измеряемую степень поляризации. Соответствующие значения приведены в столбце P_1 таблицы. При удалении препарата на 1.7 см от сосуда, т. е. меньшем расхождении возбуждающих γ-лучей, измеряемая поляризация заметно возросла, как видно из столбца P_2 таблицы. Закрывая сосуд крышкой со щелью, направленной вдоль оси расходящегося пучка γ-лучей, т. е. выделяя свечение слоя, возбуждаемого приблизительно параллельными γ-лучами, можно достигнуть еще большего увеличения поляризации (столбец P_3 той же таблицы).



Знак степени поляризации во всех случаях отрицательный, т. е. электрический вектор свечения направлен преимущественно вдоль возбуждающих γ-лучей. Степень поляризации, в пределах ошибок наблюдения, одинакова для всех жидкостей. При нагревании жидкостей (например парафинового масла), сопровождающемся очень большим изменением вязкости, поляризация остается неизменной.

7. Для выяснения роли жесткости возбуждающей радиации были произведены также опыты с возбуждением свечения лучами Рентгена. Для этой цели была использована трубка с родиевым антикатодом, работающая при напряжении 32—34 kV. Ток в трубке поддерживался все время равным 15 mA. Расстояние от трубки до сосуда с жидкостью, изготовленного из пропарафинированной черной бумаги, составляло 23 см. Оказалось, что большинство жидкостей видимого свечения не обнаруживает. К числу светящихся жидкостей относятся диметиланилин, ацетон, парафиновое масло. Результат опытов с возбуждением рентгеновыми лучами согласуется с данными Ньюкомера [2], поскольку этот результат относится к жидкостям, исследованным указанным автором и нами.

Подробное изложение описанных опытов будет опубликовано в другом месте.

В заключение приношу глубокую благодарность акад. С. И. Вавилову за весьма ценные советы и указания при выполнении работы и Госу-

Жидкость Flüssigkeit	Химическая формула молекулы Chemische Formel d. Molekel	I	P_1	P_2	P_3	Относительное число электронов в единице объема Relativzahl d. Elektronen pro Volumeinheit
Вода — Wasser	H_2O	70.8	9.4 ± 1.9	—	—	56
Серная кислота — Schwefelsäure	H_2SO_4	75.0	—	—	—	94
Глицерин — Glycerin	$C_3H_8O_3$	70.0	9.1 ± 2.5	—	—	68
Парафиновое масло — Paraffinöl	—	80.7	11.8 ± 4.8	16.3 ± 5.0	21.4 ± 3.6	—
Ксилол — Xylol . . .	C_8H_{10}	77.0	—	—	—	47
Изобутилацетат — Isobutylacetat	$C_6H_{12}O_2$	78.5	—	—	—	48
Ацетон — Aceton . .	C_3H_6O	70.2	—	—	—	44
Толуол — Toluol . . .	C_7H_8	61.0	—	—	—	48
Амилалкоголь — Amylalkohol	$C_5H_{12}O$	66.8	—	—	—	46
Диметиланилин — Dimethylanilin	$C_8H_{11}N$	80.0	11.2 ± 3.1	18.2 ± 1.9	21.3 ± 2.6	50
Пропилалкоголь — Propylalkohol	C_3H_8O	78.2	—	—	—	45
Бензол — Benzol . . .	C_6H_8	73.8	—	—	—	47
Нитробензол — Nitrobenzol	$C_6H_5O_2N$	86.7	—	—	—	63
Четыреххлористый углерод Tetrachlorkohlenstoff	CCl_4	80.7	—	—	—	104
Этиловый эфир — Äthyläther	$C_4H_{10}O$	76.4	—	—	—	41
Изобутилалкоголь — Isobutylalkohol	$C_4H_{10}O$	65.8	—	—	—	45
Среднее значение яркости — Mittelwert der Helligkeit	—	74.4	—	—	—	—

дарственному радиевому институту, в лице проф. Л. В. Мысовского, за предоставление мощного препарата радия.

Физико-математический институт
Академии Наук им. В. А. Стеклова.
Ленинград.

Поступило
27 V 1934.

PHYSIK

SICHTBARES LEUCHTEN VON REINEN FLÜSSIGKEITEN UNTER DER EINWIRKUNG VON γ-STRAHLEN

Von P. ČERENKOV

(*Vorgelegt von S. Wawilow, Mitglied der Akademie, d. 27. V. 1934*)

1. Anlässlich einer Untersuchung der von den γ-Strahlen in Uranylsalzlösungen angeregten Lumineszenz fiel es uns auf, dass sämtliche zwanzig Flüssigkeiten, die uns zur Verfügung standen, bei Durchgehen von γ-Strahlen ein schwaches sichtbares Leuchten aufweisen. Die Erscheinung steht mit etwaigen Beimengungen oder Verunreinigungen in keinem Zusammenhange, wie an Flüssigkeiten von verschiedenen Reinheitsgraden angestellte Versuche ergaben.

2. Für quantitative Messungen des Leuchtens ist angesichts dessen äusserster Schwäche und der begleitenden harten Strahlungen im umgebenden Raume ein photographisches Verfahren kaum verwendbar. Am einfachsten und handlichsten ist eine auf der Konstanz der Reizschwelle für ein vollkommen dunkeladaptiertes Auge begründete visualphotometrische Methode (1). Das Schema der bei den weiter unten dargelegten Versuchen benutzten Anordnung ist aus der Abbildung ersichtlich (S. 453).

Als Quelle der γ-Strahlen diente ein Radiumpräparat von 103.6 mg in dreifacher Glaspackung. Die Flüssigkeit befand sich in einem Platingefäss A von 3 cm mittlerem Durchmesser, für dessen Seitenwandungen die Dicke mit 0.5 g pro cm^2 Fläche, für die Bodenwandung mit 1 g pro cm^2 berechnet war. Bei solchen Dickenverhältnissen genügten die Gefässwandungen, um mitsamt der Glaspackung die α-und β-Strahlung zu absorbieren unter Wahrung der Durchlässigkeit für die γ-Strahlen. Durch das optische System L_1, P, L_2 und das Diaphragma D wird das Leuchten der Flüssigkeit in der Gestalt eines Fleckchens von ca. 3 mm Durchmesser auf einem photographischen Keile K gesammelt, welcher längs dem Schlitten C senkrecht zur Ebene der Abbildung verschiebbar ist. Die auf dem Keile erhaltene Abbildung wird durch die Linse L_3 auf die Pupille des beobachtenden Auges zurückgeworfen. Somit entsteht auf der Netzhaut eine grössere leuchtende Bildfläche, welche eine sichere Einstellung auf die Reizschwelle mit relativ geringen Fehlergrössen gestattet. Das Messprinzip beruht hier darauf, dass die Ablesungen des auf die visuelle Reizschwelle eingestellten Keiles für verschiedene Helligkeiten verschieden sein werden. Zwecks besserer Aufrechterhaltung des Adaptationszustands und sur Verhütung einer eventuellen unfreiwilligen Autosuggestion wurden die Abmessungen am Keile von einem Assistenten vorgenommen. Die Erfahrung erwies, dass für einen und denselben Beobachter (Verf. ds.) die absolute Schwellengrösse während der Versuchszeit wenig schwankte und im Laufe eines ganzen Jahres sogut wie unverändert blieb.

In den Versuchen mit der Polarisation des Leuchtens wurde vor dem Auge ein Glan'sches Prisma aufgestellt. Mittels Drehung des Prismas aus der horizontalen Lage des Hauptschnittes in die vertikale, welche von einem Assistenten ohne Wissen des Beobachters ausgeführt wurde, konnten die den vertikalen und horizontalen Schwingungen des elektrischen Vektors entsprechenden Energiewerte i_v und i_h bestimmt werden. Hieraus ergab sich der Polarisationsgrad $p = \frac{i_v - i_h}{i_v + i_h}$.

Ein Ersatzschlitten E diente zur Einfügung verschiedener Lichtfilter in den Weg des Strahlenbündels. Um die Beständigkeit der Beobachtungsverhältnisse sicherzustellen, wurde das Gefäss A und die Glasröhre mit dem Ra-Präparat in einem gemeinsamen Holzklotz B untergebracht und zwar wurde bei den Polarisationsversuchen das Radium in den der Gefässachse parallelen Spalt R_2, in allen übrigen Fällen unter den Boden des Gefässes in Spalt R_1 eingesetzt.

3. Die relativen Intensitäten des Leuchtens für die verschiedenen untersuchten Flüssigkeiten werden in der umstehenden Tabelle, Spalte I, angeführt. Aus der Tabelle ist ersichtlich, dass trotz der verschiedenartigsten chemischen Beschaffenheit der Flüssigkeiten die Intensitäten des Leuchtens innerhalb verhältnismässig enger Grenzen schwanken ($\pm$ 18 Proz.). Versuche mit direkt einer grosstädtischen Wasserleitung entnommenem und mit dreimalig in Quarzgefäss in Gegenwart eines Oxydators destilliertem Wasser ergaben übereinstimmende Resultate.

4. Die Geringfügigkeit des sichtbaren Leuchtens und das Vorhandensein eines intensiven diffusen harten Strahlung bereiten bei den spektrographischen Versuchen grosse Schwierigkeiten. Daher waren wir in diesem Stadium unserer Untersuchungen darauf angewiesen, unser Urteil über den spektralen Bestand des Leuchtens auf visuelle Messungen durch verschiedene Lichtfilter zu beschränken.

Diese Beobachtungen lassen keinen Zweifel darüber, dass für alle betrachteten Flüssigkeiten das Leuchten im blau-violetten Teile des Spektrums konzentriert ist. Das Verhältnis der Helligkeiten bei Beobachtung durch verschiedene Lichtfilter zur Gesamthelligkeit ändert sich nur wenig von einer Flüssigkeit zur andern, ohne allerdings streng die gleichen Werte anzunehmen. Hieraus lässt sich vorläufig schliessen, dass das Leuchten in spektraler Hinsicht für die verschiedenen Flüssigkeiten nur geringe Abweichungen bietet.

5. Auslöschungsversuche durch Auflösung in den Flüssigkeiten der üblichen effektiven Löscher der Fluoreszenz, als Iodkali, Silbernitrat, Nitrobenzol, in schwacher oder starker Konzentration, lieferten keinerlei positives Ergebnis — die Intensität des Leuchtens erfuhr dabei keine Abänderung. Ebensowenig war eine irgend merkliche Wirkung auf die Intensität des Leuchtens bei Erhitzen der Flüssigkeiten von der Zimmertemperatur bis auf ca. 100° C zu verzeichnen, obschon eine solche Temperatursteigerung im Falle z. B. von Paraffinöl und von Glyzerin von grossen Änderungen der Zähigkeit begleitet wird. Unter denselben Verhältnissen erfährt das Leuchten lumineszierender Lösungen von Uranylsalzen z. B. in Schwefelsäure, scharf ausgesprochene Intensitätsveränderungen.

6. In allen untersuchten Fällen erwies sich das Leuchten teilweiss polarisiert, wobei die vorwiegende Richtung des elektrischen Vektors der Richtung der γ-Strahlen parallel verläuft. Die Polarisation wurde nach dem im Paragraphen 2 dargelegten Verfahren bestimmt, die Messung geschah nach allen vier Quadranten des Glan'schen Prismas und wurde mit dem Leuchten von natürliches Licht ausstrahlenden Uranylsalzlösungen kontrolliert. Bei einer 90°-Drehung des Klotzes B mit dem Gefäss A und dem Radiumpräparat R_2 um die Achse des Gefässes, d. h. bei Richtungsänderung der γ-Strahlen um einen rechten Winkel, erfuhr die Polarisationsebene gleichfalls eine Drehung von 90°. Da nun das Radium in der Nähe des Gefässes A sich befand, war das anregende γ-Strahlenbündel stark divergent, was den gemessenen Polarisationsgrad herabsetzen muss. Die entsprechenden Werte sind in Spalte P_1 der Tabelle angeführt. Eine

Abrückung des Radiums um 1.7 cm vom Gefässe hatte wegen der damit verbundenen Verminderung der Divergenz der erregenden γ-Strahlung eine merkliche Zunahme der Polarisation zur Folge, wie aus Spalte P_2 der Tabelle ersichtlich ist. Durch Zudecken des Platingefässes mit einem Deckel, im welchem ein längs der Axe des divergierenden Strahlenbündels gerichteter Spalt das Leuchten einer von nahezu parallel verlaufenden γ-Strahlen angeregten Schicht ausscheidet, lässt sich noch weitere Steigerung der Polarisation erzielen (Spalte P_3 derselben Tabelle).

Das Vorzeichen des Polarisationsgrades ist in allen Fällen negativ, d. h. der elektrische Vektor des Leuchtens ist vorwiegend den anregenden γ-Strahlen entlang gerichtet. Der Polarisationsgrad bleibt im Spielraum der Beobachtungsfehler für alle Flüssigkeiten der gleiche. Bei einer Erhitzung der Flüssigkeit (z. B. Paraffinöl), welche von sehr grosser Zähigkeitsänderung begleitet ist, bleibt die Polarisation unverändert.

7. Zur Klarlegung des Einflusses, welcher hier von der Härte der erregenden Strahlung ausgeübt wird, wurden auch Versuche mit Erregung von Leuchten durch Röntgenstrahlen angestellt. Zu diesem Zweck wurde eine bei 32—34 kV Spannung arbeitende Röhre mit Rhodium-Antikathode verwandt. Der Strom wurde ständig auf der Stärke von 15 mA. gehalten. Die Entfernung von der Röhre bis zum aus paraffiniertem schwarzem Papier angefertigten Gefäss mit der Flüssigkeit betrug 23 cm. Bei der Mehrzahl der aufgewandten Flüssigkeiten war kein sichtbares Leuchten nachzuweisen. Zu den leuchtenden Substanzen gehören Dimethylanilin. Aceton, Paraffinöl. Die Versuchsergebnisse für Erregung mit Röntgenstrahlen stimmen mit den Angaben Newcomer's [2] überein, soweit es sich um Flüssigkeiten handelt, welche von genanntem Autor und von uns untersucht wurden.

Ein ausführlicherer Bericht über die hier in den Hauptzügen dargelegten Versuche wird an anderer Stelle veröffentlicht werden. Zum Schlusse muss ich S. Wawilow für seine wertvollen Ratschläge und Hinweise und dem Staatl. Radiuminstitut in der Person von Prof. L. Mysovskij für Überlassung eines starken Radiumpräparat meinen grossen Dank aussprechen.

Stekloff'sches Physikalisch-Mathematisches Institut der Akademie der Wissenschaften. Leningrad.

Eingegangen d. 27. V. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — LITERATUR

[1] ИМЕН, № 7, 919 (1933). Bull. de l'Acad. d. Sci. de l'URSS, № 7, 919 (2933).
[2] Journ. Amer. Chem. Soc., XLII, 1997 (1920).

ФИЗИКА

Академик С. И. ВАВИЛОВ

О ВОЗМОЖНЫХ ПРИЧИНАХ СИНЕГО γ-СВЕЧЕНИЯ ЖИДКОСТЕЙ

Описанное в предшествующей статье П. А. Черенкова универсальное свечение чистых жидкостей при распространении γ-излучения (называемом в дальнейшем для краткости γ-свечением) нельзя отождествить с синим свечением едва ли не всех „чистых" жидкостей, наблюдаемым при освещении ультра-фиолетовым светом [1]. В последнем случае свечение несомненно вызывается примесями, которые можно удалить повторной дестилляцией. Оно обладает всеми свойствами типичной флуорес-

ценции, его можно тушить посторонними веществами, оно ослабляется при нагревании и соответственном уменьшении вязкости среды. Плоскость поляризации этого свечения нормальна, т. е. направление возбуждающего светового вектора является преимущественным. В противоположность этому в опытах П. А. Черенкова свечение не удавалось потушить ни растворением посторонних веществ, ни нагреванием, поляризация всегда была отрицательной и не зависела от вязкости среды. По теории флуоресценции жидкостей такие свойства не совместимы с конечной длительностью возбужденных состояний молекул, поэтому позволительно утверждать, что наблюденный эффект вообще не может быть каким-либо видом люминесценции, для которой конечная длительность возбуждения является необходимым характерным признаком ([2]).

Возможно, правда, предположение, что необычайно малая величина длительности возбужденных состояний γ-свечения связана с тем, что флуоресценция жидкости, появляющаяся под действием γ-лучей, чрезвычайно сильно потушена вследствие ударов второго рода со стороны других молекул. Известно ([3]), что при большом тушении светятся только молекулы с малыми значениями длительности возбужденных состояний. Против такого объяснения говорит, однако, универсальность явления, приблизительное равенство интенсивности свечения в веществах, резко отличающихся по химическому составу, и аномальное направление плоскости поляризации.

Наиболее вероятной причиной γ-свечения мы считаем излучение при торможении комптоновских электронов. Жесткость и интенсивность γ-лучей в опытах П. А. Черенкова были очень большими, поэтому число комптоновских процессов рассеяния, а следовательно и число рассеянных электронов, должно быть в жидкости значительным. Электроны, освободившиеся внутри плотной жидкости, могут заметно тормозиться уже на ничтожных расстояниях, что должно сопровождаться излучением непрерывного спектра. Таким образом может возникнуть также слабое видимое излучение, хотя граница спектра торможения и его максимум будут расположены где-нибудь в рентгеновской области. Отсюда следует, что кривая распределения энергии в видимой части спектра должна возрастать в фиолетовую сторону спектра, вследствие чего сине-фиолетовая часть свечения будет особо интенсивной.

Интенсивность видимого излучения при торможении в общем может определяться только числом внешних, слабо связанных электронов в молекулах. Роль внутренних электронов может быть лишь незначительной. В последнем столбце таблицы сообщения П. А. Черенкова приведено относительное общее число внеядерных электронов в $см^3$ для различных жидкостей. За исключением CCl_4 и H_2SO_4 электронные числа для разных жидкостей мало отличаются друг от друга, что соответствует примерно одинаковой интенсивности свечения. Исключительное положение CCl_4 и H_2SO_4, для которых электронные числа значительно больше, чем для остальных жидкостей, хотя интенсивность свечения того же порядка величины, удовлетворительно объясняется тем, что в названных соединениях присутствуют довольно тяжелые атомы S и Cl, в которых внутренние электроны являются прочно связанными. Эти электроны не могут иметь заметного значения для комптоновского рассеяния.

Нечувствительность γ-свечения к различным факторам тушения (посторонним веществам, изменению вязкости) без дальнейшего объясняется с точки зрения гипотезы торможения. Рассеяние γ-фотона и выбрасывание комптоновского электрона происходят одновременно (по интерпре-

тации опыта Боте-Гейгера), следовательно длительность возбуждения должна быть исчезающе малой, как это и имеет место в опытах Черенкова. Можно сказать даже, что неспособность γ-свечения к тушению является новым и более тонким экспериментальным доказательством справедливости утверждения об одновременности рассеяния фотона и электрона.

По теории Клейна и Нишина ([4]) рассеянные электроны в случае жестких γ-лучей пространственно направлены по преимуществу вдоль первичных γ-лучей. Отсюда непосредственно следует, что электрический вектор излучения при торможении комптоновских электронов будет расположен главным образом вдоль γ-лучей в согласии с опытами Черенкова. Факт независимости измеренной степени поляризации от вязкости среды, т. е. от броуновского вращения молекул, дает еще новое доказательство одновременности актов рассеяния фотона и электрона в эффекте Комптона.

Гипотеза торможения делает наконец понятным, что интенсивность синего свечения при возбуждении лучами Рентгена значительно меньше. В этом случае процессы комптоновского рассеяния происхолят значительно реже, и только самые внешние, весьма слабо связанные электроны могут обусловливать свечение. Следует заметить также, что в случае мягких лучей Рентгена значительная энергия лучей поглощается в жидкости, и в ней могут иметь место совершенно иные процессы свечения, например люминесценция.

Таким образом, все свойства нового эффекта качественно свободно объясняются с точки зрения гипотезы торможения. Дальнейшей проверкой предложенного объяснения может служить зависимость степени поляризации свечения от жесткости возбуждающих лучей, требуемая теорией. Для лучей Рентгена поляризация должна быть меньше.

В заключение отметим, что γ-свечение может наблюдаться вероятно только в прозрачных жидкостях. В газах, по причине малой плотности, оно должно быть исчезающе слабым (напомним, что эффект заметен только для вполне адаптированного глаза и при большой интенсивности γ-лучей). В твердых прозрачных телах неизбежно имеются люминесцирующие центры и свет люминесценции несомненно будет значительно сильнее γ-свечения.

Физико-математический институт
Академии Наук им. В. А. Стеклова.
Ленинград.

Поступило
27 V 1934.

PHYSIK

ÜBER DIE MÖGLICHEN URSACHEN DES BLAUEN γ-LEUCHTENS VON FLÜSSIGKEITEN

Von S. WAWILOW, Mitglied der Akademie

Die allgemeine Erscheinung von Leuchten reiner Flüssigkeiten bei Anregung durch γ-Strahlen, weiterhin kurz als γ-Leuchten bezeichnet, die in der vorangehenden Mitteilung von P. Čerenkov beschrieben ist, lässt sich nicht mit der blauen Fluoreszenz identifizieren, die bei Bestrahlung „reiner" Flüssigkeiten mit ultravioletten Licht fast immer zum Vorschein kommt([1]). Hier wird das Leuchten zweifellos durch Verunreinigungen verursacht, die sich bisweilen durch mehrfache Destillation entfernen las-

sen. Ausserdem besitzt es alle Eigenschaften einer typischen Fluoreszenz. Es kann nämlich durch Einführung fremder Stoffe und Herabsetzen der Zähigkeit des Mediums ausgelöscht werden. Die Polarisation der Strahlung ist in diesem Falle normal und zwar wird die Richtung des anregenden Lichtvektors bevorzugt. In den Versuchen von Cerenkov dagegen liess sich das blaue γ-Leuchten weder durch Auflösung von fremden Stoffen noch durch Erwärmen auslöschen, die Polarisation blieb ständig negativ und von der Zähigkeit des Mediums unabhängig. Vom Standpunkte der Theorie der Fluoreszenz von Flüssigkeiten sind alle diese Eigenschaften der Strahlung mit einer endlichen Lebensdauer der angeregten Zustände der Moleküle unvereinbar und man darf daher schliessen, dass der neue Effekt überhaupt nicht als eine Lumineszenzerscheinung (für welche gerade eine endliche Lebensdauer charakteristisch ist) zu deuten ist[2].

Zwar liegt die Vermutung nahe, dass der ausserordentlich kleine Wert der Lebensdauer des γ-Leuchtens dadurch bedingt sein könnte, dass die unter Einwirkung der γ-Strahlen auftretende Fluoreszenz der Flüssigkeitsmoleküle in hohem Masse durch Stösse zweiter Art seitens anderer Moleküle ausgelöscht wird. Es ist nämlich bekannt[3], dass bei grosser Auslöschung nur die kurzlebigen Moleküle leuchten müssen. Gegen obige Annahme spricht aber der allgemeine Charakter der Erscheinung, die angenäherte Gleichheit der Intensität des Leuchtens in chemisch hochgradig verschiedenen Stoffen, sowie auch die anomale Richtung der Polarisationsebene.

Es scheint uns, dass die wahrscheinlichste Ursache des γ-Leuchtens in der Bremsestrahlung der Comptonschen Streuelektronen zu suchen ist.

Da Härte und Intensität der γ-Strahlung in den Versuchen von Čerenkov sehr gross waren, so muss die Zahl der Comptonschen Streuakte und demzufolge die Zahl der Streuelektronen in der Flüssigkeit auch erheblich sein. Die losgerissenen Elektronen in der dichten Flüssigkeit müssen schon auf kurzer Strecke merklich gebremst werden und dementsprechend ein kontinuierliches Spektrum aussenden. Dabei kann auch schwaches jedoch wohl sichtbares Licht entstehen, obwohl die Grenze der Bremsestrahlung, sowie auch ihr Maximum irgendwo im Röntgengebiet liegen mag. So ist es verständlich, dass die Energieverteilungskurve des sichtbaren Spektrums nach dem violetten Ende hin zunehmen muss und der blauviolette Teil des Spektrums besonders intensiv wird.

Die Intensität der sichtbaren Bremsestrahlung kann wesentlich nur durch die Zahl der äusseren, schwach gebundenen Elektronen in den Molekülen bedingt werden; die inneren stark gebundenen Elektronen können nur wenig dazu beitragen. In der letzten Spalte der Tabelle zur Mitteilung von Cerenkov sind die relativen Gesamtzahlen der Elektronen in cm^3 für verschiedene Flüssigkeiten zusammengestellt (alle ausserhalb der Atomkerne situierten Elektronen miteinbegriffen). Mit Ausnahme von CCl_4 und H_2SO_4 sind die Elektronenzahlen bei den verschiedenen Flüssigkeiten von derselben Grössenordnung in Übereinstimmung mit der Gleichheit der Grössenordnung für die Intensitäten des Leuchtens. Die Ausnahmestellung von CCl_4 und H_2SO_4, in welchen die Elektronenzahlen wesentlich grösser als in den übrigen Flüssigkeiten sind, während die Intensität praktisch dieselbe bleibt, erklärt sich ungezwungen dadurch, dass in den genannten Verbindungen verhältnismässig schwere Atome S und Cl vorkommen, wo die inneren Elektronen stark gebunden sind, so dass sie an der Comptonschen Streuung nur geringen Anteil nehmen können.

Die Unempfindlichkeit des γ-Leuchtens gegen die löschenden Stösse, sowie auch gegen Veränderung der Zähigkeit des Mediums weist darauf hin, dass die beiden Vorgänge der Streuung des γ-Photons und des Elektrons ohne Verzögerung und gleichzeitig stattfinden in Übereinstimmung mit dem Ergebnis des Bothe-Geiger'schen Versuchs. Man kann sagen, dass die Löschungsunfähigkeit des γ-Leuchtens, wenn es von uns richtig gedeutet ist, einen weiteren viel feineren experimentellen Beweis zur Behauptung der Gleichzeitigkeit der beiden Streuakte darstellt.

Nach der Theorie von Klein und Nishina[4] ist für harte γ-Strahlen die räumliche Verteilung der Streuelektronen hauptsächlich um die Achse der primären γ-Strahlen konzentriert. Es ist daraus sofort ersichtlich, dass der elektrische Vektor der Bremsestrahlung der Comptonschen Elektronen vorwiegend in der Richtung der γ-Strahlen liegen muss in Übereinstimmung mit den Versuchen von Čerenkov. Die Tatsache der Unabhängigkeit des gemessenen Polarisationsgrades von der Zähigkeit des Mediums, also von der Brown'schen Drehung der Moleküle, spricht noch einmal zugunsten der Gleichzeitigkeit der Streuungsakte von Photonen und Elektronen.

Zu guterletzt macht die Bremsestrahlungshypothese verständlich, dass die Intensität des blauen Leuchtens bei Anregung durch Röntgenstrahlen viel kleiner ist. Diesenfalls sind die Comptonschen Streuakte viel seltener und nur die äussersten, ganz lockeren Elektronen können daran beteiligt sein. Es ist noch zu betonen, dass im Falle von weichen Röntgenstrahlen zum Unterschied von der γ-Strahlung ein grosser Teil der Energie echt absorbiert wird. Infolge dessen können ganz andere Vorgänge, z. B. Lumineszenz, stattfinden.

Auf diese Weise lassen sich alle Eigenschaften des neuen Effekts vom Standpunkte der Bremsestrahlunghypothese qualitativ ungezwungen erklären. Zur weiteren Prüfung der vorgeschlagenen Deutung könnte die Abhängigkeit des Polarisationsgrades des γ-Leuchtens von der Härte der Anregenden Strahlen dienen. Die Polarisation muss im Falle von Anregung durch Röntgenstrahlen geringer sein.

Zum Schlusse möchten wir bemerken, dass das γ-Leuchten wahrscheinlich nur in durchsichtigen Flüssigkeiten zu beobachten ist. In Gasen wird die Intensität wegen der geringen Dichte ausserordentlich schwach (man darf nicht vergessen, dass das Leuchten nur mit einem vollständig dunkeladaptierten Auge und bei sehr grosser Intensität der γ-Strahlen beobachtet werden kann). In den festen durchsichtigen Stoffen sind aber immer lumineszenzfähige Zentren vorhanden und die Intensität der γ-Lumineszenz wird das γ-Leuchten sicher überdecken.

Stekloff'sches physikalisch-mathematisches Institut
der Akademie der Wissenschaften. Leningrad.

Eingegangen
d. 27. V. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — LITERATUR

[1] S. I. Wawilow u. L. A. Tumermann. Z. f. Physik, 54, 270, 1929. [2] S. I. Wawilow. Sow. Phys., 5, 369, 1934. [3] J. M. Frank u. S. J. Wawilow. Z. f. Phys., 69, 100, 1931. [4] O. Klein u. Y. Nishina. Z. f. Phys., 52, 853, 1929. — Handb. der exp. Physik, Bd. 15, S. 154, 1928.

ФИЗИКА

М. П. БРОНШТЕЙН

СВОЙСТВА ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ ОЧЕНЬ ВЫСОКИХ ПЛОТНОСТЯХ ЭНЕРГИИ

(*Представлено академиком С. И. Вавиловым 21 IV 1934*)

Из теории позитронов, принадлежащей Дираку, можно вывести заключение, что некоторая часть энергии излучения, находящегося в статистическом равновесии при любой температуре, должна быть материализована в форме электронов и позитронов. Это следует из того, что, согласно теории позитронов, фотоны должны взаимодействовать друг с другом таким образом, что два фотона с суммой энергии, превышающей $2mc^2$, могут превратиться в „пару“ (электрон + позитрон) при условии соблюдения законов сохранения импульса и энергии. Число электронов и позитронов, материализующихся из излучения, при $kT \leqslant mc^2$ должно быть сравнительно очень небольшим. Но при более высоких температурах уже нельзя пренебрегать эффектами, связанными с такими элекронами и позитронами. Эти эффекты могут играть существенную роль во внутренних слоях звезд.

Обозначим для фотонов уровни энергии через E, степени выражения через a_i и числа заполненных уровней той же энергии через n_i; для электронов введем аналогичные обозначения ε_i', a_i', n_i' и для позитронов ε_i'', a_i'', n_i''. Максимизируя энтропию

$$\sigma = \sum \{(a_i + n_i)\log(a_i + n_i) - a;\quad \log a_i - n_i \log n_i + a_i' \log a_i' -$$

$$- (a_i' - n_i')\log(a_i' - n_i') - n_i' \log n_i' + a_i'' \log a_i'' - (a_i'' - n_i'')\log(a_i'' - n_i'') -$$

$$- n_i'' \log n_i''\}$$

при условиях

$$\sum(\varepsilon_i n_i + \varepsilon_i' n_i' + \varepsilon_i'' n_i'') = E,\quad \sum(n_i' - n_i'') = 0,$$

мы получаем для излучения обычную формулу Планка, а для электронов и позитронов статистику Ферми с химическим потенциалом 0. Для плотности энергии всей смеси, состоящей из излучения и пар, мы получаем выражение:

$$u = \frac{8\pi}{(hc)^3}(kT)^4 \left\{ \int_0^\infty \frac{\xi^3\, d\xi}{e^\xi - 1} + 2\int_{\frac{mc^2}{kT}}^\infty \frac{\xi^2\left(\xi^2 - \frac{m^2c^4}{k^2T^2}\right)^{1/2} d\xi}{e^\xi + 1} \right\},$$

в котором первый член относится к излучению, а второй к парам. При $kT \leqslant mc^2$ эта формула упрощается, и оказывается, что энергии излучения электронов и позитронов относятся друг ко другу, как

$$\int_0^\infty \frac{\xi^3\, d\xi}{e^\xi - 1} : \int_0^\infty \frac{\xi^3\, d\xi}{e^\xi + 1} : \int_0^\infty \frac{\xi^3\, d\xi}{e^\xi + 1}.$$

Курьезно, что это равносильно отношению целых чисел 8 : 7 : 7. При высоких температурах, следовательно, энергия излучения составляет $\frac{4}{11}$ энергии всей смеси.

При сжатии излучения мы, однако, не можем ожидать, что эти формулы останутся неограниченно применимыми. Независимо от связанных с недавними экспериментальными открытиями сомнений в применимости дираковской теории позитронон, классический радиус электрона приводит к определенной границе применимости этой теории. Число электронов и позитронов в единице объема при $kT \geqslant mc^2$ равно

$$\frac{8\pi}{(hc)^3}(kT)^3 \cdot 2\int_0^\infty \frac{\xi^2 d\xi}{e^\xi + 1},$$

а поэтому нельзя ожидать, чтобы перенесенное на основе принципа соответствия из классической электродинамики в область квантовой теории резкое разделение между полем излучения и заряженной материей оставалось в силе и после того, как будет достигнута температура, определяемая соотношением $\frac{hc}{Tk} \sim \frac{e^2}{mc^2}$. Это соответствует температуре $kT \sim mc^2 \frac{hc}{e^2} \sim 10^{12}$ градусов и плотности $m\left(\frac{mc^2}{e^2}\right)^3 \frac{hc}{e^2} \sim 10^{14}$ г/см³. Соответствующая средняя энергия электрона и позитрона оказывается порядка $mc^2 \frac{hc}{e^2} \sim 10^8$ электронвольт, что совпадает (случайно?) по порядку величины с энергией электронов космических лучей. Более высокие плотности, чем $m\left(\frac{mc^2}{e^2}\right)\frac{hc}{e^2}$ (если такие плотности „лучистой материи“ вообще возможны) приводят нас в область релятивистской теории квант в собственном смысле слова, где обычные заимствованные из классической физики понятия (в том числе понятие температуры) должны перестать быть применимыми. Температура порядка 10^{12} градусов должна в этом смысле рассматриваться как верхний предел понятия температуры вообще.

Физико-математический институт
Академии Наук им. В. А. Стеклова.
Ленинград.

Поступило
21 IV 1934.

PHYSIK

EIGENSCHAFTEN DER STRAHLUNG BEI SEHR HOHEN ENERGIEDICHTEN

Von M. BRONSTEIN

(*Vorgelegt von S. Wawilow, Mitglied der Akademie, d. 21. IV. 1934*)

Es folgt aus der Diracschen Theorie der Positronen, dass bei jeder Temperatur ein gewisser Teil der Energie der in statistischem Gleichgewicht befindlichen Strahlung immer in der Form von Elektronen und Positronen materialisiert sein muss. Denn diese Theorie führt eine neue Art von Wechselwirkung zwischen den Photonen ein: zwei Photonen mit der Energiesumme $> 2\,mc^2$ können in ein Paar (Elektron + Positron) unter der Bedingung von Energie- und Impulserhaltung verwandelt werden. Die An-

zahl der Elektronen und Positronen, die aus der Strahlung herausmaterialisiert sind, ist bei $kT \ll mc^2$ verhältnismässig sehr klein; bei höheren Temperaturen aber ist es schon unstatthaft die mit dem Auftreten solcher Elektronen und Positronen verbundenen Effekte zu vernachlässigen. Im Sterninneren, z. B., mögen diese Effekte eine beträchtliche Rolle spielen.

Bezeichnen wir für die Photonen die Energiewerte mit ε_i, ihre Entartungsgrade mit a_i und Besetzungszahlen mit n_i, für die Elektronen bzw. ε_i', a_i', n_i' und für die Positronen bzw. ε_i'', a_i'', n_i'', dann erhalten wir üblicherweise den Entropieausdruck:

$$\sigma = \sum \{(a_i + n_i)\log(a_i + n_i) - a_i \log a_i - n_i \log n_i + a_i' \log a_i' - $$
$$- (a_i' - n_i')\log(a_i' - n_i') - n_i' \log n_i' + a_i'' \log a_i'' - (a_i'' - n_i'')\log(a_i'' - n_i'') - $$
$$- n_i'' \log n_i''\}.$$

Dieser Ausdruck ist unter den Bedingungen

$$\sum(\varepsilon_i n_i + \varepsilon_i' n_i' + \varepsilon_i'' n_i'') = E, \quad \sum(n_i' - n_i'') = 0$$

zu maximisieren. Für die Strahlung ergibt sich natürlicherweise die gewöhnliche Plancksche Formel, fur die Elektronen und Positronen aber wrhalten wir die Fermische Statistik mit dem chemischen Potential Null. Fur die Energiedichte des ganzen Gemisches (Strahlung + Paare) erhalten wir den Ausdruck

$$u = \frac{8\pi}{(hc)^3}(kT)^4 \left\{ \int_0^\infty \frac{\xi^3\, d\xi}{e^\xi - 1} + 2 \int_{\frac{mc^2}{kT}}^\infty \frac{\xi^2 \left(\xi^2 - \frac{m^2 c^4}{k^2 T^2}\right)^{1/2} d\xi}{e^\xi + 1} \right\},$$

wobei das erste Glied die Strahlung und das zweite die Paare betrifft. Wenn $kT \gg mc^2$ ist, wird diese Formel sehr vereinfacht: die Energien der Strahlung, der Elektronen und der Positronen verhalten sich wie

$$\int_0^\infty \frac{\xi^3\, d\xi}{e^\xi - 1} : \int_0^\infty \frac{\xi^3\, d\xi}{e^\xi + 1} : \int_0^\infty \frac{\xi^3\, d\xi}{e^\xi + 1}$$

oder (sonderbarerweise) wie die ganzen Zahlen 8:7:7. Die Energie der Strahlung beträgt also bei sehr hohen Temperaturen nur $\frac{4}{11}$ der Energie des ganzen Gemisches.

Bei Komprimieren der Strahlung können wir aber nicht erwarten, dass die Formeln unbegrenzt gültig bleiben. Denn, abgesehen von gewissen Zweifeln, die der Diracschen Theorie der Positronen angesichts neuester experimenteller Ergebnisse überhaupt anhaften, setzt der Elektronenradius eine Gültigkeitsgrenze fur diese Theorie fest. Die Anzahl der Elektronen und Positronen in einer Volumeinheit bei $kT \gg mc^2$ ist

$$\frac{8\pi}{(hc)^3}(kT)^3 \cdot 2 \int_0^\infty \frac{\xi^2\, d\xi}{e^\xi + 1},$$

und es ist nicht zu erwarten, dass die aus der klassischen Elektrodynamik ins Gebiet der Quantentheorie korrespondenzmässig übertragene scharfe Trennung zwischen Strahlung und geladener Materie weiter gültig bleiben soll als bis zur Temperatur, welche aus der Beziehung $\frac{hc}{kT} \sim \frac{e^2}{mc^2}$ sich ergibt. Dieses entspricht einer Temperatur von der Grössenordnung von $kT \sim mc^2 \frac{hc}{e^2} \sim 10^{12}$ Grad und einer Dichte $m\left(\frac{mc^2}{e^2}\right)^3 \frac{hc}{e^2} \sim 10^{14}$ g/cm^3. Die entsprechende mittlere Energie eines Elektrons oder Positrons ist von der Grössenordnung von $mc^2 \frac{hc}{e^2} \sim 10^8$ Elektronvolt, was (zufälligerweise?) der Grössenordnung der Energie der Elektronen der kosmischen Strahlung gleichkommt. Grössere Dichten als $m\left(\frac{mc^2}{e^2}\right)^3 \frac{hc}{e^2}$ (wenn im Falle der „strahlenden Materie" überhaupt möglich), führen uns ins Gebiet der eigentlichen relativistischen Quantentheorie, wo die gewöhnlichen aus der klassischen Physik übertragenen Begriffe (mitsamt dem Begriffe der Temperatur) ihre Gültigkeit verlieren sollten. Eine Temperatur von der Grössenordnung von 10^{12} Grad kann in diesem Sinn als die obere Grenze des Temperaturbegriffs überhaupt betrachtet werden.

Stekloff'sches physikalisch-mathematisches Institut der Akademie der Wissenschaften. Leningrad.

Eingegangen d. 21. IV. 1934.

ФИЗИКА

Р. И. ЯНУС и Я. С. ШУР

НОВЫЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАГНИТНОЙ ВОСПРИИМЧИВОСТИ ГАЗОВ И ПАРОВ

(*Представлено академиком А. Ф. Иоффе 5 V 1934*)

Измерение магнитной восприимчивости газообразных тел представляет собой большой интерес, однако до сих пор экспериментальные данные по этому вопросу крайне скудны и нередко противоречат друг другу. Если восприимчивости веществ, существующих в газообразном состоянии при комнатной температуре, еще довольно хорошо измерены, то в отношении паров веществ, требующих более высоких температур, данных нет почти совершенно. Это обусловлено теми большими экспериментальными трудностями, которые приходится преодолевать при точном измерении сил, действующих на газ в магнитном поле. Силы эти крайне малы даже в полях наиболее мощных электромагнитов, поэтому они перекрываются обычно побочными эффектами, и это обстоятельство усугубляется еще с ростом температуры.

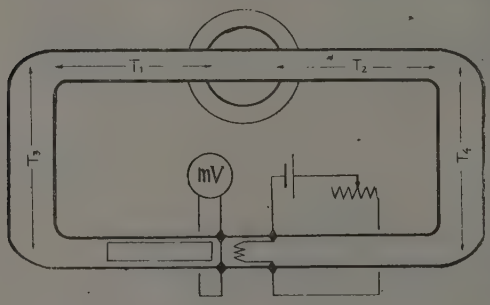
Наиболее точным методом оказался метод, предложенный Лерером [1], и основанный на измерении скорости газового потока, возникающего под влиянием магнитного поля в неравномерно нагретом газе. Однако в том виде, в каком этот метод был использован Лерером, он является крайне капризным и неудобным и к тому же не может быть применен для случая высоких температур. Мы использовали основную идею Лерера, однако коренным образом видоизменили его установку.

В предлагаемом нами способе исследуемый газ заключен в трубку, образующую замкнутый прямоугольник (см. фигуру). Этот прямоугольник помещается в вертикальной плоскости между плоскими полюсами электромагнита так, чтобы середина верхней горизонтальной части его, охваченная на чертеже окружностью, находилась в однородном максимуме магнитного поля H. При помощи вспомогательных печей по обе стороны от этой области максимума H поддерживаются равномерные температуры T_1 и T_2 вплоть до таких расстояний, где напряжение поля практически становится ничтожным. Вертикальные стороны прямоугольника поддерживаются при равномерных температурах T_3 и T_4. Пусть $T_1 > T_2$, $T_3 = T_4$.

При отсутствии магнитного поля газ в трубке находится в покое. При включении магнитного поля возникает разность давлений:

$$\Delta p_H = \frac{1}{2} H^2 (\chi_{T_1} \rho_{T_1} - \chi_{T_2} \rho_{T_2}), \qquad [1]$$

где H — напряжение поля, χ — удельная восприимчивость газа, и ρ — его плотность. В результате этого газ будет циркулировать по трубке с некоторой скоростью. Для измерений этой скорости служит микроманометр, помещенный в нижней горизонтальной части трубки. Здесь между концом массивной металлической втулки и проволочной спиралью, нагреваемой током вспомогательной батареи, создан большой градиент температуры; в точке максимума этого градиента помещается термопара или болометр, измеряющие температуру в этой точке. Измерив эту температуру для покоящегося газа, мы в дальнейшем по ее изменению можем отметить как направление, так и скорость движения газа по трубке, так как движущийся газ по направлению своего движения будет сдвигать первоначальное распределение температур между спиралью и втулкой. В первом приближении изменение температуры нашего микроманометра будет прямо пропорционально скорости движения газа, которая в свою очередь зависит от геометрических данных трубки, вязкости газа



и Δp, т. е.

$$\Delta t = k \Delta p, \qquad [2]$$

где k — некоторая постоянная. Подставляя из [1], получаем:

$$\Delta t_H = \frac{1}{2} k H^2 (\chi_{T_1} \rho_{T_1} - \chi_{T_2} \rho_{T_2}). \qquad [3]$$

Выключим теперь магнитное поле и несколько повысим температуру T_3 против T_4. При этом возникает гравитационная разность давлений между левой и правой вертикальными частями трубки

$$\Delta p_g = gh (\rho_{T_3} - \rho_{T_4}), \qquad [4]$$

где h — высота вертикальной части трубки и g — ускорение земного тяготения. В результате этого, в трубке будет происходить циркуляция газа, которая вызовет изменение температуры нашего микроманометра на величину Δt_g. Если T_3 увеличена лишь незначительно против первоначального его значения T_4 и ширина вертикальных частей трубки заметно превышает ширину горизонтальных частей, то небольшим изменением трения газа, которое вызвано повышением температуры T_3, можно пренебречь и применить уравнение [2] с той же постоянной k:

$$\Delta t_g = kgh(\rho_{T_3} - \rho_{T_4}). \qquad [5]$$

Уравнения [3] и [5] совместно позволяют определить χ в зависимости от температуры, если известна для данного газа зависимость его плотности от температуры. На практике точность формулы Клапейрона вполне достаточна. В случае восприимчивости, независящей от температуры (диамагнетизм), получаем:

$$\chi = \frac{2gh\,\Delta t_H \left(\frac{1}{T_3} - \frac{1}{T_4}\right)}{H^2\,\Delta t_g \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right)}. \qquad [6]$$

Для парамагнитного газа, подчиняющегося закону Кюри, получаем:

$$C = \frac{2gh\,\Delta t_H \left(\frac{1}{T_4} - \frac{1}{T_3}\right)}{H^2\,\Delta t_g \left(\frac{1}{T_2^2} - \frac{1}{T_1^2}\right)}, \qquad [7]$$

где C — постоянная Кюри для данного газа из формулы: $\chi T = C$.

Так как весь прибор не содержит никаких подвижных частей, то влияние внешних возмущений здесь сведено к минимуму, и совершенно исключена ошибка от адсорбционных явлений, что позволяет производить наблюдения даже в почти насыщенных парах; применимость метода ограничивается лишь химической и термической устойчивостью материала для прибора и, главным образом, микроманометра.

Для проверки метода нами была измерена восприимчивость CO_2. В литературе за последние десятилетия для этого газа приводятся числа между 4.3 и 5.5 для $-\chi \cdot 10^7$; нами было получено число 4.6, хорошо совпадающее с наиболее надежными результатами других авторов. Чувствительность метода при атмосферном давлении газа в приборе позволяет сравнительно легко определить χ с точностью $5 \cdot 10^{-9}$.

Уральский физико-технический институт.

Поступило 5 V 1934.

PHYSICS

A NEW METHOD OF DETERMINATION OF THE MAGNETIC SUSCEPTIBILITY OF GASES AND VAPOURS

By R. JAANUS and J. SCHUR

(Communicated by A. Joffe, Member of the Academy, 5. V. 1934)

Although the measurement of the magnetic susceptibility of gaseous bodies is of great interest, the experimental data concerning this problem

have been up to now very scarce and often contradictory. Whereas the susceptibilities of substances existing in gaseous state at room temperature have been measured fairly well, there are almost no data concerning vapours of substances requiring higher temperatures. This is due to the great experimental difficulties which have to be surmounted in measuring exactly the forces acting on a gas in a magnetic field. These forces are exceedingly small even in the fields of the strongest electromagnets and are, therefore, usually covered by secondary effects. These difficulties still increase with a rise of temperature.

The most accurate method appeared to be that proposed by Lehrer [1], based on the measurement of the velocity of the gas stream arising under the influence of a magnetic field in the non-uniformly heated gas. This method, as applied by Lehrer, is, however, very capricious and inconvenient and hence cannot be used at high temperatures. We have made use of the fundamental idea of Lehrer, but have changed his apparatus thoroughly.

In the method proposed by us the gas under investigation is enclosed in a tube forming a closed rectangle (see the above figure, p. 466). This rectangle is placed in a perpendicular plane between the plane poles of an electromagnet so that the middle of its upper horizontal part, delincatedby a circle in the figure, might lie in the homogeneous maximum of the magnetic field H. By means of furnaces on both sides of this region of the maximum H the uniform temperatures T_1 and T_2 are maintained up to such distances where the intensity of the field becomes practically vanishing. Uniform temperatures T_3 and T_4 are maintained at the perpendicular sides of the rectangle. Let $T_1 > T_2$, $T_3 = T_4$.

In the absence of the magnetic field the gas in the tube is at rest. On exciting the magnetic field there arises the pressure difference:

$$\Delta p_H = \frac{1}{2} H_2 \left(\chi_{T_1} \rho_{T_1} - \chi_{T_2} \rho_{T_2} \right), \qquad [1]$$

where H is the field strength, χ — the specific susceptibility of the gas and ρ its density. In consequence of this the gas will circulate in the tube with some velocity A micromanometer placed in the lower horizontal part of the tube serves for measuring this velocity. Here a great temperature gradient is set up between the end of a massive metal plug and a wire spiral heated by the current from a battery; at the maximum point of this gradient a thermocouple or a bolometer is placed, which measures the temperature in this point. Having measured this temperature of the gas at rest, we are in a posititon to find, according to its change, the direction as well as the velocity of the gas moving along the tube, since the moving gas will shift the initial distribution of temperatures between the spiral and the plug in the direction of its movement. In the first approximation the change in temperature of our micromanometer will vary directly as the velocity of the gas movement, which in its turn will depend upon the geometrical data of the tube, the gas friction, and Δp, i. e.: $\Delta t = k \Delta p$, where k is some constant. From comparison with [1] we obtain: [2]

$$\Delta t_H = \frac{1}{2} k H^2 (\chi_{T_1} \rho_{T_1} - \chi_{T_2} \rho_{T_2}). \qquad [3]$$

Let us now switch off the magnetic field and raise somewhat the temperature T_3 relative to T_4. A gravitational pressure difference between the left and the right perpendicular section of the tube results:

$$\Delta p_g = gh (\rho_{T_3} - \rho_{T_4}), \qquad [4]$$

where h is the height of the perpendicular tube section and g the gravitational acceleration. In consequence of this a gas circulation will take place in the tube, calling forth a change in temperature of our micromanometer by the magnitude Δt_g. If T_3 is increased only inconsiderably, as compared with its initial value T_4, and the breadths of the perpendicular sections of the tube markedly exceed the breadths of the horizontal sections, then we can neglect the small change of the gas friction called forth by the increase of the temperature T_3 and apply equation [2] with the same constant k:

$$\Delta t_g = kgh(\rho_{T_3} - \rho_{T_4}). \qquad [5]$$

Equations [3] and [5] allow us to determine χ as a function of temperature, if for a given gas the dependence of its density upon temperature is known. The accuracy of Clapeyron's formula is practically quite sufficient. In the case of a susceptibility independent of temperature (diamagnetism) we obtain:

$$\chi = \frac{2gh_g \Delta t_H \left(\frac{1}{T_3} - \frac{1}{T_4}\right)}{H^2 \Delta g \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right)}. \qquad [6]$$

For a paramagnetic gas obeying the law of Curie we obtain:

$$C = \frac{2gh\Delta t_H \left(\frac{1}{T_4} - \frac{1}{T_3}\right)}{H^2 \Delta t_g \left(\frac{1}{T_2^2} - \frac{1}{T_1^2}\right)}, \qquad [7]$$

where C is Curie's constant for the given gas, as resulting from the formula

$$\chi T = C.$$

Since the whole apparatus does not contain any movable parts, the influence of external disturbances is here reduced to a minimum, and the error due to adsorption phenomena is completely precluded. This circumstance allows us to carry out observations in almost saturated vapours as well; the applicability of the method is limited only by the chemical and thermal stability of the material of the apparatus and chiefly the micromanometer.

In order to test the method, we have measured the susceptibility of CO_2. In the literature of the last ten years figures ranging between 4.3 and 5.5 for $-\chi \cdot 10^7$ are given for this gas; we have obtained the figure 4.6, which is in good agreement with the most accurate results of other authors. The sensibility of the method at atmospheric pressure of the gas in the apparatus allows us to determine χ with comparative ease to within $5 \cdot 10^{-9}$.

Uralian Physical-Technical Institute.

Received 5. V. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

[1] Lehrer. Ann. d. Phys., 81, 229, 1926.

БИОФИЗИКА

Академик П. П. ЛАЗАРЕВ и З. В. БУЛАНОВА

ОБ ИЗМЕНЕНИЯХ СКОРОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЗРИТЕЛЬНОГО ПУРПУРА В ТЕЧЕНИЕ БЕРЕМЕННОСТИ

Изучение адаптации периферического зрения, произведенное Лазаревым [1] на материале, собранном Булановой, показало определенные законы изменения чувствительности центров головного мозга в течение беременности; в настоящей работе мы приводим изменения α_3, характеризующие скорость восстановления зрительного пурпура, протекающего по уравнению

$$C = C_0(1 - e^{-\alpha_3 t}). \qquad [2]$$

При изучении адаптации применялся адаптометр Нагеля и обычным же образом определялся коэффициент α_3.

Как показывают наблюдения, произведенные долгое время спустя после родов, величина α_3 давала такие колебания в три последовательные дня.

Таблица 1

IV 1927 г.			
Дни месяца	12	13	14
α_3	0.048	0.050	0.048

Мы получаем среднее значение $\alpha_3 = 0.049$ с малыми колебаниями около 2% в ту и другую сторону.

В таблице второй мы даем значения α_3, соответствующие различным месяцам беременности, причем последнее наблюдение сделано за день до родов.

Таблица 2

	VII 1926 г.											
Дни месяца	3	5	6	7	8	10	14	15	20	24	26	29
	Второй месяц						Третий месяц					
α_3	0.08	0.06	0.04	0.05	0.05	0.05	0.04	0.05	0.05	0.04	0.03	0.05

	VIII 1926 г.			I 1927 г.	II 1927 г.			
Дни месяца	5	10	12	31	1	2	5	10
	Третий месяц			Девятый месяц				
α_3	0.05	0.02	0.03	0.04	0.04	0.06	0.05	0.05

Средние значения α_3 даны в табл. 3.

Таблица 3

Средние значения α_3	Второй месяц	0.055
	Третий „	0.044
	Девятый „	0.048

Мы видим, что среднее значение α_3 лежит близко к норме.

Следует отметить более значительные колебания α_3 ото дня ко дню (от 0.02 до 0.08), наблюдаемые втечение беременности. Подобных колебаний вне беременности не наблюдается.

Из сказанного можно заключить, что, во-первых, α_3 мало в среднем изменяется при беременности и, во-вторых, в течение беременности наблюдается в отдельные дни более значительные колебания α_3, чем вне беременности.

Это обстоятельство находится в связи с отмеченным Лазаревым фактом, что действие веществ на органы чувств, вообще говоря, сильнее сказывается на центрах; периферическая часть чувствительных аппаратов обычно изменяется незначительно.

Филиал Всесоюзного института экспериментальной медицины. Москва.
Научно-исследовательский акушерско-гинекологический институт. Ленинград.

Поступило 25 IV 1934.

BIOPHYSIQUE

SUR LE CHANGEMENT DE LA VITESSE DE RECONSTITUTION DU POURPRE VISUEL AU COURS DE LA GROSSESSE

Par P. LAZAREV (P. LASAREFF), de l'Academie, et Z. BULANOVA

RÉSUMÉ

Dans le présent travail on démontre que le coefficient moyen de la reconstitution du pourpre visuel α_3 reste le même pendant la grossesse qu'a l'état normal.

Les valeurs moyennes de α_3 sont les suivantes:

α_3	à l'état normal	0.049	
	à l'état de grossesse . .	0.055	2-me mois
		0.044	3-me mois
		0.048	9-me mois

Les variations de α_3 chez la même personne sont très étendues pendant la grossesse (de 0.02 à 0.08) tandis qu'à l'état normal α_3 varie de 0.048 à 0.050.

Institut de Médecine expérimentale (Section de Biophysique). Moscou.
Institut scientifique d'Obstétrique et de Gynecologie. Leningrad.

Manuscrit reçu le 25. IV. 1934.

ЛИТЕРАТУРА — LITTÉRATURE CITÉE

[1] П. П. Лазарев. ДАН (А), 1932, стр. 343. [2] P. Lasareff. Théorie ionique de l'excitation des tissus vivants. p. 223, Paris, 1928.

БИОФИЗИКА

Академик П. ЛАЗАРЕВ, Н. ПИЛЬМАН и А. ГАМБУРЦЕВА

О ВЛИЯНИИ CO НА АДАПТАЦИЮ ГЛАЗА

Отравление окисью углерода представляется явлением, которое часто наблюдается в некоторых заводских производствах. В связи с этим Уральским институтом патологии, терапии и профилактики была поставлена задача раннего определения содержания CO в крови. Лазаревым было высказано предположение о возможности использования для этой цели изучения адаптации при периферическом зрении и в настоящей работе приведены результаты исследования адаптометром Нагеля адаптации глаза при отравлении CO.

При исследовании Пильман отравленных окисью углерода на производстве показано, во-первых, ослабление цветоощущения и, затем, сужение поля зрения. Тщательное исследование дна глаза не обнаружило при объектном исследовании офтальмоскопом в белом свете и при исследовании по Гульстранду никаких патологических изменений дна глаза.

Результаты обрабатывались по формуле Лазарева $E = E_0 - E_1 e^{-\alpha_3 t}$ (1), где E чувствительность в момент t после затемнения, E_0 представляет чувствительность, характеризующую чувствительность центров, E_1 постоянная и α_3 коэффициент, характеризующий состояние восстановительного процесса в палочках сетчатки.

I. Кисленко, 34 лет (хроническое отравление)

Empoisonnement chronique, 34 ans

Дата исследования Date d'examen	16 I 1934 г.	17 I	21 I	24 I	Среднее наблюденное значение E_0 и α_3 Moyennes observées pour E_0 et α_3	Средняя норма E_0 для 34 лет Valeur normale moyenne de E_0 pour 34 ans
E_0	42	42	44	43	43	83
α_3	0.028	0.04	0.034	0.032	0.033	

II. Малюгин, 35 лет (хроническое отравление)

Empoisonnement chronique, 35 ans

Дата исследования Date d'examen	16 I 1934 г.	17 I	19 I	20 I	27 I	Среднее наблюденное значение E_0 и α_3 Moyennes observées pour E_0 et α_3	Средняя норма E_0 для 35 лет Valeur normale moyenne de E_0 pour 35 ans
E_0	90	75	40	65	55	65	80
α_3	0.05	0.022	0.024	0.028	0.028	0.030	

III. Константинова, 20 лет (однократное отравление)

Empoisonnement accidentel, 20 ans

Дата исследования / Date d'examen	29 XI 1933 г.	2 XII	6 XII	10 XII	15 XII	Среднее наблюденное значение E_0 и α_3 / Moyennes observées pour E_0 et α_3	Средняя норма E_0 для 20 лет / Valeur normale moyenne de E_0 pour 20 ans
E_0	45	25	25	15	25	27	115
α_3	0.070	0.060	0.028	0.040	0.040	0.048	

Как мы видим из приведенных данных, у двух исследованных больных (I и II), имевших хроническое отравление CO, наблюдается значительное уменьшение средней чувствительности E_0, характеризующей состояние центров глаза при нормальном периферическом зрении. То же наблюдается у исследуемой (III) после однократного сильного отравления. Необходимо отметить значительные колебания, превосходящие двойную величину максимальной чувствительности (III и II). Интересно также указать, что у всех исследуемых субъектов среднее значение α_3 соответствовало норме.

Из всего вышеприведенного видно, что после хронического отравления CO больше всего изменяется E_0, характеризующее чувствительность корковых центров, и остается практически неизменной чувствительность периферии, характеризуемая величиной α_3.

Интересно было посмотреть, в каком положении находятся подкорковые центры в четверохолмии. Для состояния их можно исследовать передачу возбуждения со зрительного аппарата на слуховой, причем, как показали Урбанчич и Лазарев (2), получается усиление слуховых ощущений при одновременном раздражении глаза.

У одной больной (Константинова) после однократного отравления CO получился при этом исследовании положительный эффект, т. е. усиление слуховых ощущений при освещении глаза. У двух других никаких эффектов не обнаружено. Из этого можно заключить, что во всяком случае, после однократного отравления, связь зрительных и слуховых путей и подкорковых центров не страдает заметно.

Зависит ли у двух хронически отравленных субъектов отсутствие передачи возбуждения от поражения подкорковых центров или от меньшей внимательности больных при исследовании — решить нельзя.

Всесоюзный институт экспериментальной медицины.
Москва.
Институт патологии, терапии и профилактики.
Свердловск.
Институт организации здравоохранения и гигиены.
Воронеж.

Поступило
25 IV 1934.

BIOPHYSIQUE

SUR L'INFLUENCE DE CO SUR L'ADAPTATION DE L'OEIL

Par P. LAZAREV (LASAREFF), de l'Académie, N. PILMANN et A. GAMBURCEVA

L'étude adaptométrique de l'oeil après l'action de CO montre la diminution de la sensibilité E_0 des centres de la vision périphérique et l'inva-

riance de l'activité des cellules de la rétine (invariance de α_s, voir tableau ci-dessus). Les études des centres du corpus quadrigeminum au point de vue de l'action mutuelle des centres de la vision et de l'ouïe — montrent que la fonction des centres reste inaltérée (III).

On peut employer la méthode adaptométrique pour l'examen diagnostique des malades soumis à l'action de CO.

Institut de Médecine expérimentale.
Moscou.
Institut de Pathologie, Thérapie et Prophylaxie.
Sverdlovsk.
Institut d'Organisation de l'Hygiène publique.
Voronèje.

Manuscrit reçu
le 25. IV. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — LITTÉRATURE CITÉE

[1] P. Lasareff. Théorie ionique de l'excitation des tissus vivants. p. 90, Paris, 1928.
[2] П. П. Лазарев. Известия Российской АН, стр. 1297, 1918.

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Г. Я. СМЫШЛЯЕВ

О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ ТЕПЛОВОГО ДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА В ЖИДКОСТЯХ И ГАЗАХ

(*Представлено академиком В. Ф. Миткевичем 10 V 1934*)

Исследование тепловых явлений, происходящих в изоляционном масле перед пробоем, показало, что при наличии в масле следов влаги, а также растворенных и адсорбированных на поверхности электрода газов, происходит относительно локализированное нагревание анода наряду с тепловой инертностью катода. Увеличение содержания влаги эту полярность сглаживает, и при наличии большого ее количества полярность может даже переменитья. Г. Фишер [1] тридцать лет тому назад сообщал об анодном распылении меди в 30% растворе H_2SO_4, сопровождающемся сильным разогревом анода и прилегающей к нему жидкости. Но достаточно подробных сведений о подобных особенных случаях тепловых явлений в литературе почти не имеется. Поэтому было произведено более детальное ознакомление с тепловыми явлениями в электролитах и газах, поскольку присутствие их в масле играет решающую роль.

Опыты с растворами производились в нескольких вариантах; основной вариант осуществляется с помощью цилиндрических электродов, имеющих поверхность в 50 мм^2. Температура измерялась ртутными термометрами, головки которых, покрытые медью или платиной, и служили электродами. При токах малой силы (в разбавленных растворах) температура колебалась в пределах сотых долей градуса, и в этих случаях для ее измерения служили термопары с гальванометром Гартман-Брауна. Термопара перед употреблением запаивалась в стеклянную трубку, которая электролитически покрывалась слоем меди, служащим затем электродом. Для измерения в газах употреблялись только термопары.

Работа ставилась для жидкостей — с напряжением от 12 до 80 V и плотностью тока от миллионных долей миллиампера до одного ампера на $см^2$. В случае газов применялись напряжение до 4000 V и плотность тока — доли миллиампера на $см^2$.

В результате значительного количества опытов было установлено, что электролиз проводящих растворов ($CuSO_4$, H_2SO_4, HCl) любой концентрации (от следов до двунормального раствора) токами большого диапазона плотностей обнаруживает во всех случаях тепловую полярность. Анод начинает прогреваться сразу же после включения тока, нагревание катода происходит главным образом за счет тепловой конвекции; особенно при большой плотности тока. Это заключение вытекает из следующих установленных фактов: при расстоянии 2—5 мм между электродами и большой плотности тока, столбик ртути в термометре, служащем анодом, в первый момент падает на $^1/_2$—$^3/_4$° C, чтобы затем стремительно подняться; разогрев идет настолько быстро, что нагрев ртути в первый момент отстает от стенок термометра, чем и объясняется начальное падение столбика ртути. Нагрев на катоде начинается через несколько секунд: ртуть поднимается значительно медленнее и все тепловые колебания анода отражаются с соответствующим запозданием (5—15 сек.) на катоде. При подаче тока от напряжения в 80 V и размыкании его через 1 сек. анод прогревался в сто раз больше катода. Промежуток времени, на который запаздывает начало разогрева катода, уменьшается с ростом температуры воды пропорционально уменьшению ее вязкости, от величины которой конвекция и зависит. Но не исключена в особых случаях и самостоятельная причина нагрева катода; она хорошо выявляется при малом напряжении и большом растоянии между электродами, но через некоторое время после включения тока теряет в большей или меньшей мере свое значение. В дальнейшем причины этого явления будут установлены.

В недестиллированной воде наблюдаются те же явления, но сила тока вначале падает, а не растет, и колеблется на 5—15% с последующими за ними колебаниями температуры. С ростом плотности тока период этих колебаний, не совсем правильного характера, обнаруживает тенденцию к увеличению. С повышением температуры раствора амплитуда колебаний силы тока уменьшается, приближаясь к нулю около точки кипения раствора.

Как и следовало ожидать из термодинамических соображений, эта тепловая полярность обратима: если погрузить в электролит два электрода из одного металла, имеющие различную температуру, и их замкнуть, между ними потечет электрический ток.

В газах при давлении от нескольких мм до нормального, при тихом разряде и искре, тепловая полярность имеет другой характер: тепловой центр находится у катода. О разогреве катода в трубках с разреженным газом в литературе сообщалось неоднократно, и причина этого явления более или менее выяснена.

Для газов, как и для жидкостей, существует определенное расстояние между электродами (2—6 мм), при котором разность температур электродов достигает максимума. Она зависит от плотности тока и условий тепловой конвекции. С ростом давления тепловая полярность в газах сглаживается вследствие улучшения условий теплоотдачи и, возможно, за счет увеличения роли ионов в проводимости.

При подаче напряжения на электроды, покрытые слоем раствора, но разделенные воздушным промежутком, тепловые явления вначале

протекают как в жидкости, но через несколько секунд, в зависимости от концентрации раствора и плотности тока, тепловая полярность меняется, приобретая газовый характер.

В дестиллированной воде со следами солей, при градиенте 1000 V/мм, тепловая полярность также со временем меняется, что может быть связано с изменением природы проводимости воды после ее электролитической очистки.

Местоположение теплового центра совпадает, конечно, с участком наибольшего падения напряжения, и его наличия достаточно для того, чтобы можно было предвидеть неравномерное распределение градиента потенциала. Поэтому, установление наличия локализированных тепловых областей проливает свет на распределение напряжения и может содействовать решению вопроса о характере проводимости вещества. Влияние поляризации в электролите, как известно, выражается в искажении распределения потенциала, которое зависит от материала, температуры, плотности тока. В зависимости от условий эксперимента, может наблюдаться как анодная, так и катодная аномальная поляризация, связанная с достижением предельного тока и диссоциацией молекул растворенного вещества. Более детальное изучение распределения напряжения при 80 V и 60 мм расстояния между электродами показало, что падение напряжения у электрода может достигать значительной величины, которая не может быть объяснена только диффузионной или химической поляризацией. В электролитах и в воде в начальный момент до 50% напряжения падает непосредственно у электродов, причем обычно несколько больше падение у катода. Но затем начинает увеличиваться анодное падение и в зависимости от плотности тока доходит до 90% напряжения в непосредственной близости от электрода. Оно вызывается улучшением проводимости раствора от его нагревания, ростом сопротивления у поверхности анода — благодаря осаждению на нем продуктов реакции, выделением газов, уменьшающим поверхность соприкосновения анода с жидкостью и следовательно затрудняющим образование катионов, и наконец — созданием объемного заряда из ионов — около электрода. В растворах HCl анионы движутся в пять раз медленнее катионов, и поэтому перераспределение напряжения со временем в них выражено особенно ярко.

Употребление жидкостных сопротивлений в качестве делителей напряжения некоторыми авторами, например Гемантом (2), может, следовательно, ввести в погрешность, величина которой весьма варьирует с плотностью тока.

Несомненно, что неравномерное распределение напряжения в масле, установленное Миэ (3), Дунгером (5), Уайтхедом (4) и другими, создается электролитами, так как по мере очистки масла от их следов перегиб кривой напряжения все более сглаживается.

Полученные данные совпадают с результатами работ Иоффе (6) и его сотрудников (7) по исследованию поляризационных слоев на границе металл — диэлектрик и, может быть, их объясняют, если принять во внимание достигавшиеся ими плотности тока. В частности, полученная на кальците кривая падения напряжения и ее изменение со временем (7) совпадают с кривой, полученной мною на децинормальном растворе HCl, с тем отличием, что в кальците напряжение падает у катода.

Показанная связь тепловых явлений с электрическими дает основание предполагать наличие множественных локализированных тепловых очагов в слоистых диэлектриках и в органических тканях при прохождении через них тока. Присутствие ничтожных примесей электролитов

и газов может дать сильное искажение поля в простых диэлектриках и выявить локализированные точки интенсивного разогрева.

Отдел электротехнических материалов
Всесоюзного электротехнического института.
Москва.

Поступило
15 IV 1934.

ELECTRICAL ENGINEERING

ON SOME SPECIAL CASES OF THE HEAT EFFECT OF ELECTRIC CURRENT IN ELECTROLYTES AND GASES

By G. SMYŠLIAJEV

(*Communicated by V. Th. Mitkevitch, Member of the Academy, 10. V. 1934*)

SUMMARY

The potential distribution in electrolytes between electrodes is unequal and depends chiefly on the current density. In the case of great current density, the potential drop immediately near the anode can rise up to 80—90% of the average potential drop. Therefore, the thermal centre is close to the anode. In gases this centre is shifted over to the cathode. In multilayer structures: liquid—gas—liquid, the character of the conductivity changes with time, and the thermal centre is shifted from the anode to the cathode. Distilled water also shows displacement of the thermal centre from the anode to the cathode, which shows the alteration of the character of conductivity with purification from ions.

If the investigation of the distribution of electric field by usual methods is difficult, it can be made by determining the location of the thermal centres.

The processes in dielectrics and organic substances can be studied in more detail with the help of the established facts.

All-Union Institute of Electrical Engineering.
Moscow.

Received
15. IV. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

[1] G. Fischer. Z. f. Elektrotechn. 9, 507, 1903. [2] A. Gemant. Elektrophysik der Isolierstoffe. 1930. [3] G. Mie. Ann. d. Phys., 26, 597, 1908. [4] J. Whitehead and R. Marvin. T. A. I. E. E., 49, 647, 1930. [5] J. Duntscher. Ann. d. Phys., 9, 179, 1931. [6] A. Joffe. Ann. d. Phys, 72, 461, 1923. [7] Sinjelnikoff u. Walter. Z. d. Phys.. 40, 786, 1927.

ХИМИЯ

Г. В. ЧЕЛИНЦЕВ

О МЕХАНИЗМЕ СЛОЖНО-ЭФИРНЫХ КОНДЕНСАЦИЙ

(*Представлено академиком А. Е. Фаворским 16 V 1934*)

Метод сложно-эфирных конденсаций, открытый в 1863 г. Гейтером [1] и развитый впоследствии многими химиками, является одним из важней-

ших методов органического синтеза и может быть охарактеризован такой схемой

$$-COOC_2H_5 + H-C\lessdot \rightarrow -CO-C\lessdot + C_2H_5OH$$

Конденсации протекают под влиянием щелочных агентов и приводят к образованию разнообразных продуктов.

Большое практическое значение и своеобразие этих реакций служили причиной проведения многих экспериментальных работ и создания ряда гипотетических схем, направленных к выяснению их механизма.

Однако ни одна из предложенных схем не удовлетворяет в полной мере требованиям обильного опытного материала, и механизм сложноэфирных конденсаций остается до сих пор недостаточно выясненным [2, 3].

Главным препятствием к созданию достоверной теории является трудность выделения в неизмененном виде промежуточных продуктов реакции и наличие побочно протекающих процессов. Благодаря этому, нахождение в реакционной смеси небольшого количества того или иного продукта или маловажная деталь в условиях реакции — уже брались за основу для построения гипотетических схем, допускающих маловероятные промежуточные превращения и отвечающих лишь большей или меньшей части совокупности опытных данных, но зато носящих тень экспериментальной доказанности

Исторически первые схемы механизма сложно-эфирных конденсаций выражали главным образом количественные соотношения взаимодействующих молекул и с точки зрения механизма реакции имели уже тот недостаток, что атом натрия (конденсирующего агента) предполагался в них связанным с углеродным атомом. Таковы формулы Гейтера [4], Франкланда и Дюппа [5], Кольбе [6], Байера [7], Оппенгейма и Прехта [8] и Вислиценуса [9].

Все последующие гипотезы, за исключением ранней схемы Михаэля [10], построены на предположении того, что атом натрия во взаимодействующих молекулах связан с кислородом, и самая конденсация осуществляется за счет реакции между металлсодержащей и не содержащей металла компонентами. Правильность этих положений утверждена развитием представлений о кето-энольной таутомерии и изучением количественных соотношений реагентов.

Таковы, схема Клайзена [11]:

I $$CH_3-C\lessdot^{ONa}_{OC_2H_5}_{CC_2H_5} + CH_3-COOC_2H_5 \rightarrow$$

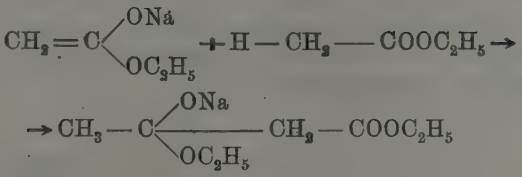
$$\rightarrow CH_3-C(ONa)=CH-COOC_2H_5 + C_2H_5OH$$

Дикманна [12]:

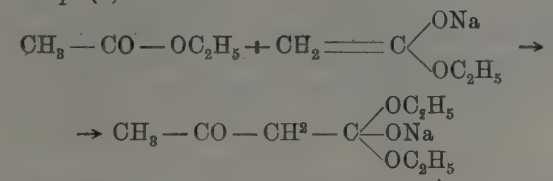
II $$CH_3-C\lessdot^{ONa}_{OC_2H_5}_{OC_2H_5} + CH_3-COOC_2H_5 \rightarrow$$

$$\rightarrow CH_3-C\lessdot^{ONa}_{CH_2}_{OC_2H_5} \!\!-\!\!- COOC_2H_5 + C_2H_5OH$$

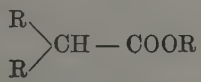
Нефа ([13]), Михаэля ([14]) и Шретера ([15]):

III 

и наконец Шейблера ([16]):

IV 

Приведенные схемы не находятся в соответствии с рядом весьма важных фактов:

1) Согласно схемам II, III и IV, эфиры типа  должны наравне с другими конденсироваться на себя; однако, их неспособность к этому твердо установлена ([24]);

2) Схема III непригодна для изображения конденсаций, в которых участвуют эфиры типа щавелевого или бензойного;

3) Строение металлсодержащей компоненты, принятое в схемах I и II, со времен Клайзена не продвинулось в отношении своего экспериментального или теоретического утверждения, в то время как строение этой компоненты, принятое в схемах III и IV, утверждается получением энолятов кетонов ([17]) и сложных эфиров ([18]), также как и развитием представлений о кетоно-энольной таутомерии;

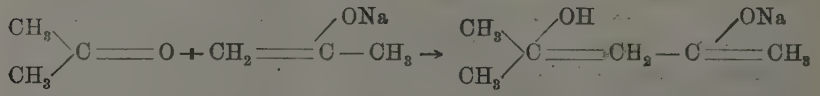
4) Согласно схемам I, II и III, металлсодержащая компонента теряет в результате конденсации алкоксил, из чего следует, что при конденсациях эфиров типа щавелевого, бензойного или угольного с веществами типа уксусно-этилового эфира или ацетона металлосодержащими компонентами служат молекулы первых. Однако, согласно экспериментальным наблюдениям металлсодержащими компонентами этих конденсаций служат вещества второго типа ([19]). Весьма наглядны в этом же смысле конденсации щавелевого эфира с веществами типа паранитротолуола или флуорена ([20]).

Кроме того, все приведенные гипотетические схемы пользуются для выражения механизма конденсации маловероятными реакциями, не способными протекать изолированно и не находящими себе близких аналогий в известных реакциях органической химии. Таковы присоединения к двойной этиленной связи рвущихся молекул сложных эфиров, как в схемах III и IV, и выделение одной или двух молекул спирта по схемам I и II.

Если допущение столь необычных промежуточных превращений в механизме, например, спиртового брожения вполне уместно ввиду специфического участия в этом процессе энзим, то механизм превращений сложных эфиров под влиянием натрия весьма целесообразно рассмотреть

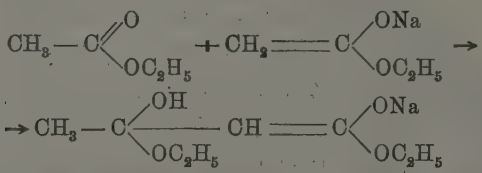
с точки зрения аналогичных превращений других карбонильных соединений.

Однако, реакция конденсации ацетона под влиянием натрия в диацетоновый алкоголь ([21]) не может быть объяснена приведенными схемами и имеет несомненно такой механизм:

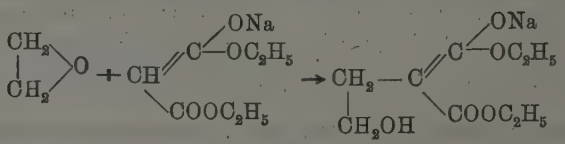


Допущение возможности подобного же механизма в превращениях сложных эфиров под влиянием натрия приводит к схеме свободной от недостатков и противоречий всех предыдущих схем:

V

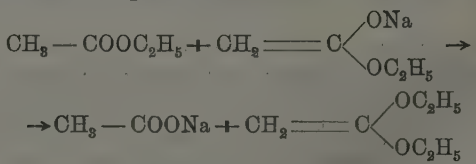


Прекрасной иллюстрацией правильности такого толкования служат реакции между органическими окисями и веществами типа малонового эфира ([22]); в этих реакциях роль карбонильной группы не содержащей металла компоненты играет окись этилена, металлсодержащей же компонентой служит натрмалоновой или натрацетоуксусный эфир. Механизм этих конденсаций несомненен:



Общность их механизма со сложно-эфирными конденсациями вытекает уже из того, что, согласно нашим данным, метилмалоновой или этилацетоуксусный эфир не способны к подобным конденсациям.

Согласно схеме, образование кетенацеталей и солей кислот в процессе конденсации, наблюденное Шейблером ([23]), находит свое объяснение в побочно протекающем процессе:



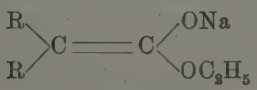
Аналогичной реакцией продукта конденсации объясняется образование апеталя при разложении конденсата водой.

Согласно схеме, факт необходимости присутствия следов спирта для энергичного начала реакции объясняется его каталитическим влиянием на образование эфирэнолятов.

Преимущества схемы V для выяснения механизма сложно-эфирных конденсаций могут стать ясными при применении ее для толкования реакций конденсации щавелевого эфира с уксусным эфиром, флуореном или паранитротолуолом бензойного эфира с ацетоном, угольного эфира с уксусноэтиловым эфиром или ацетеном, муравьиного эфира с янтарным, малонового эфира на себя и многих других реакций сложно-эфирных конденсаций, толкование которых с точки зрения прежних схем или вовсе оказывалось невозможным, или требовало маловероятных допущений, или несоответствовало опытным наблюдениям. Схема V хорошо применима ко всем известным примерам сложно-эфирных конденсаций.

Схема V характеризуется тем, что конденсация происходит за счет присоединения к карбонильной группе не содержащей металла компоненты металлсодержащей компоненты, несущей подвижный водород. Подобного рода конденсации хорошо известны в органической химии и известны под названием конденсаций альдольного типа.

Согласно схеме V, эфиры типа $\begin{matrix} R \\ R \end{matrix}\!\!>\!\!CH - COOC_2H_5$ неспособны к конденсации на себя, так как их металлпроизводное не содержит подвижного водорода, характеризующего способность вещества служить металлсодержащей компонентой конденсации:



Лаборатория Академии Наук по изучению и синтезу растительных и животных продуктов.
Москва.

Поступило
16 V 1934.

CHEMISTRY

ON THE MECHANISM OF ESTER CONDENSATIONS

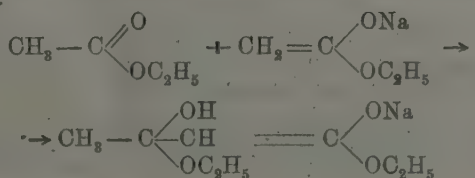
By G. ČELINCEV

(*Communicated by A. Favorskij, Member of the Academy, 16. V. 1934*)

SUMMARY

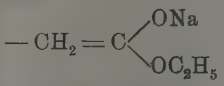
1. The various schemes of the mechanism of ester condensations suggested by Kluysen [11], Michael [10], Neff [13], Dickmann [12], Schröter [15], and Scheibler [16] do not correspond to the requirements of the abundant experimental findings and are based on assumptions of scarcely probable intermediate transformations.

2. The mehanism of ester condensations should be expressed by the following scheme:



where the metal-containing component carrying the mobile hydrogen atom joins on to the carbonyl group of the component which contains no metal, according to the aldol type of condensation.

3. The structure of the metal-containing component



has been borne out by experimental findings, while obtaining the enolate derivatives of ketones and esters, and by the development of the theory of keto-enol tautomerism. At the same time, the structure suggested by Kluysen and Dickmann has not found either experimental or theoretical corroboration.

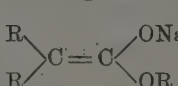
4. According to our scheme, the metal-containing component forms in the aceto-acetic ester the ester half and not the acetyl half, as required by Kluysen's, Dickmann's, Neff's, Schröter's, and Michael's schemes. The veracity of this statement follows from the study of observations made during the condensations of oxalic, benzoic, carbonic, and other esters of this type with substances like acetic ester, acetone, orthonitrotoluene, fluorene, etc.

5. The condensation in question is of aldol type and thus turns out to be a variety of well studied condensations which take place in other classes of carbonyl compounds. The schemes of Kluysen, Dickmann, Neff, Schröter, Michael, and Scheibler involve either the joining of the severing ester molecule on to the double bond or other scarcely at all probable transformations unparalleled in organic chemistry.

6. The correctness of the scheme suggested in the present paper is very well illustrated by the condensation reactions of organic oxides with substances such as sodium salt of malonic ester, since these reactions have the same mechanism.

7. The formation of keteneacetals and salts observed by Scheibler can be very well accounted for by collateral processes accompanying the principal reaction.

8. The scheme suggested in the present paper is valid for all the instances of ester condensations so far known, while all the other schemes either prove quite untenable or require a strained interpretation of facts in a certain number of cases.

9. According to the scheme under consideration, the esters of the type are incapable of condensation with themselves, since their metal derivatives  lack the necessary hydrogen atom. The schemes of Dickmann, Schröter, Neff, Michael, and Scheibler postulate for the fats of this type a capacity of condensation with themselves, which is incompatible with the experimental findings.

Laboratory for the Investigation and Synthesis of Vegetable and Animal Products. Academy of Sciences. Moscow.

Received 16. V. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

[1] Jahresber. Chem., 1863, 323. [2] Meyer-Jacobson. I, 2, 1108, 2. Aufl. [3] В. Гюккель. Теор. осн. орг. химии. Стр. 187, 1-е русск. изд. [4] Gött. Anz., 1863, 3, S. 287. [5] A., 138, 215, 342 (1866). [6] Z. f. Chem., 10, 637. [7] B., 18, 3460 (1885). [8] B., 9, 319 (1876). [9] A., 246, 308 (1888). [10] J. Pr. Ch. (2), 37, 483 (1883). — J. Pr. Ch. (2), 60, 425 (1899). [11] B., 20, 652 (1887). — A., 297, 92 (1897). — B., 38, 709 (1905). [12] B., 33, 2678 (1900). [13] A., 298, 319 (1897). [14] B., 38, 1922 (1905). [15] B., 49, 2706 (1916). [16] B., 59, 1022 (1926). [17] Freer. A., 278, 122. [18] Scheibler u. Voss. B., 53, 388 (1920). [19] Scheibler u. Ziegner. B., 55, 793 (1922). — Lux. B., 62, 1824 (1929). [20] Wislicenus u. Thoma. A., 436, 42. — Wislicenus. B., 33, 771 (1900). [21] A., 278, 122. [22] Traube u. Lehmann. B., 34, 1971 (1901). — Haller. C. R., 132, 1459. — Кнунянц, Челинцев и Осетрова. ДАН, 1934, т. I, № 4. [23] Scheibler u. Ziegner. B., 55, 789 (1922). [24] Wislicenus. A., 246, 339 (1888). — S. M. Mc Elvain. J. Am. Soc., 51, 3121 (1929).

ХИМИЯ

А. ПОЛЕСИЦКИЙ

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАДИОАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МЕЖДУ ЖИДКОЙ ФАЗОЙ И ТВЕРДОЙ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ Ra МЕЖДУ РАСТВОРОМ И КРИСТАЛЛАМИ $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ В ПРИСУТСТВИИ HCl

(*Представлено академиком Н. С. Курнаковым 13 IV 1934*)

Исследования, выполненные в ряде работ Химического отдела Радиевого института, установили, что распределение радиоактивных элементов между жидкой фазой и кристаллической, в которую радиоктивные элементы могут входить изоморфно или изодиморфно, подчиняется закону Нернста ([1]):

$$\frac{C_1}{C_2} = K \qquad [1]$$

„Partition factor“ D, введенный американскими исследователями, связан с коэффициентом распределения Нернста соотношением:

$$D = \frac{KC}{d}, \qquad [2]$$

где C — растворимость твердой фазы, d — удельный вес кристаллов.

Величина D также постоянна и не зависит ни от относительных качеств обоих фаз, ни от концентрации распределяющегося элемента (если она очень мала), для двух данных фаз.

Но значение D, также как K, является функцией состава обоих фаз ([2]).

В недавно появившейся работе Бранка Эдме Марк ([3]) изучалось распределение Ra между раствором и кристаллами $BaCl_2$ при осаждении различных количеств последнего переменными количествами HCl.

Эти опыты показали, что чем большая часть $BaCl_2$ (в %) была осаждена, тем больше полученное значение D, откуда автор сделал вывод, что величина D является функцией % осажденного из раствора $BaCl_2$, что противоречит нашим результатам.

Однако, для осаждения больших % $BaCl_2$ прибавлялись большие количества HCl и вместе с % осажденного $BaCl_2$ плавно менялся и состав жидкой фазы, так что из этих данных нельзя однозначно установить, зависит ли значение D от % осажденного $BaCl_2$ или от состава результирующей жидкой фазы.

Для решения этого вопроса были проделаны следующие опыты. Из насыщенного при 0° водного раствора $BaCl_2$, содержавшего Ra, возрастающими количествами HCl были осаждены возрастающие количества $BaCl_2$, причем, в согласии с результатами Марк, установлено, что с увеличением кислотности (а вместе с ней и % осажденного $BaCl_2$) значение D возрастает.

Чтобы установить, от какого из этих двух факторов зависит возрастание величины D, в полученных растворах разной кислотности были осаждены одинаковые количества $BaCl_2$ (в %) методом кристаллизации из пересыщенных растворов.

Полученные результаты:

Раствор № 1, нейтральный. Содержание $BaCl_2$ — 23.43 %
Удельный вес — 1.25

Метод	% осажденного $BaCl_2$	D
Кристаллизация из пересыщенного раствора	15.35	5.16
„ „ „ „	28.75	5.43
„ „ „ „	76.9	5.52
		Среднее 5.37 ± 0.14

Раствор № 2. Содержание $BaCl_2$ — 14.54 %; HCl — 3.56 %
Удельный вес — 1.155

Метод	% осажденного $BaCl_2$	D
Кристаллизация из пересыщенного раствора	17.85	5.84
„ „ „ „	26.3	5.68
Осаждение HCl *	38.3	5.90
		Среднее 5.8 ± 0.1

Раствор № 3. Содержание $BaCl_2$ — 8.56 %; HCl — 5.95
Удельный вес — 1.09

Метод	% осажденного $BaCl_2$	D
Кристаллизация из пересыщенного раствора	17.36	6.8
„ „ „ „	27.02	6.52
Осаждение HCl	62.2	6.40
		Среднее 6.57 ± 0.15

* Осаждение HCl в этом, как и других, опытах производилось из нейтрального раствора, и для этих опытов состав, указанный вверху таблиц, представляет состав результирующего раствора.

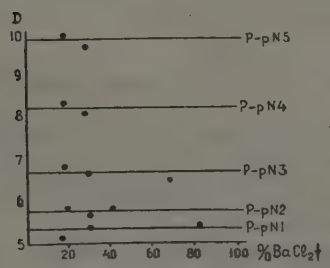
Раствор № 4. Содержание $BaCl_2$ — 1.91 %; HCl — 11.7 %
Удельный вес — 1.10

Метод	% осажденного $BaCl_2$	D
Кристаллизация из пересыщенного раствора	17.6	8.4
„ „ „ „	26.8	8.0
Осаждение HCl	91.3	(7.2)*
		Среднее 8.2 ± 0.2

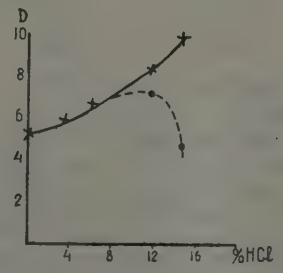
Раствор № 5. Содержание $BaCl_2$ — 0.601 %; HCl — 14.44 %
Удельный вес — 1.108

Метод	% осажденного $BaCl_2$	D
Кристаллизация из пересыщенного раствора	17.6	10.2
„ „ „ „	27.0	9.4
Осаждение HCl	96.75	(4.8)*
		Среднее 9.8 ± 0.4

Те же результаты приведены на фиг. 1 и 2.



Фиг. 1. — Fig. 1.



Фиг. 2. — Fig. 2.

Из приведенного материала совершенно очевидно, что значение D не зависит от % осажденного $BaCl_2$ (т. е. от относительных количеств обеих фаз) и является функцией состава фаз (в данном случае кислотности раствора).

Химическая лаборатория
Радиевого института.
Ленинград.

Поступило
13 IV 1934.

* Благодаря большой кислотности раствор настолько пересыщен $BaCl_2$, что кристаллизация идет слишком быстро и кристаллы не успевают обогащаться Ra.

CHIMIE

RECHERCHES SUR LA DISTRIBUTION DES ÉLÉMENTS RADIO-ACTIFS ENTRE UNE PHASE LIQUIDE ET UNE PHASE CRISTALLINE SOLIDE

DISTRIBUTION DU RADIUM ENTRE LA SOLUTION ET LES CRISTAUX DE $BaCl_2 . 2H_2O$ EN PRÉSENCE DE HCl

Par A. POLESICKIJ (POLESSITSKY)

(Présenté par N. Kurnakov, de l'Académie, le 13. IV. 1934)

Les recherches faites par le professeur Chlopin et ses collaborateurs dans une série de travaux à la section de Chimie de l'Institut du Radium ont démontré que la distribution des éléments radio-actifs entre une phase liquide et une phase cristalline, dans laquelle les éléments radio-actifs peuvent entrer de manière isomorphe ou isodimorphe, s'effectue conformément à la loi de Berthelot-Nernst (1), c.-à-d. que le rapport des concentrations moléculaires des éléments radio-actifs dans les deux phases reste constant, indépendamment des quantités relatives des deux phases:

$$\frac{C_1}{C_2} = K. \qquad [1]$$

Au lieu de K on peut se servir d'une autre constante qui caractérise le phénomène de la distribution, c'est le coefficient de cristallisation K_f ou le „partition factor" D.

Ce „partition factor", introduit par les savants américains, est relié à la constante de Nernst par le rapport

$$D = \frac{K.C}{d}, \qquad [2]$$

où C exprime la solubilité de la phase solide et d le poids spécifique des cristaux.

La valeur de D est également constante et ne dépend ni des quantités relatives des deux phases, ni de la concentration de l'élément qui se distribue pourvu que cette concentration soit très faible pour lesdites phases. Mais la valeur de D, ainsi que celle de K, est une fonction de la composition des deux phases (2).

Dans un travail récomment publié Branca Edmée Marques traite le problème de la distribution du radium entre les cristaux de chlorure de baryum et la solution saturée en faisant usage du procédé de précipitation fractionnée du chlorure de baryum par l'acide chlorhydrique. Ces recherches ont montré que la valeur de D augmente avec l'accroissement du pourcentage du chlorure de baryum précipité. Des résultats obtenus l'auteur a tiré la conclusion que la valeur de D était une fonction du pourcentage du chlorure de baryum précipité; cette conclusion est en désaccord avec les résultats obtenus dans notre Laboratoire.

Il nous semble que les résultats obtenus par Br. E. Marques ne permettent pas d'affirmer que la valeur de D dépend du pourcentage du chlorure de baryum précipité, car l'accroissement da la quantité du baryum précipité entraîne une augmentation de l'acidité de la solution, c.-à.-d., la composition de la phase liquide change et ce changement doit provoquer,

d'après les résultats obtenus dans notre Laboratoire, un changement de la valeur de D.

Pour résoudre la question de savoir duquel des deux facteurs en question dépend l'accroissement de la valeur de D, nous avons entrepris les expériences suivantes.

Ayant préparé une solution aqueuse de chlorure de baryum radifère saturée à la température de 0° et en ajoutant des quantités différentes d'acide chlorhydrique nous précipitions des fractions différentes de chlorure de baryum en maintenant une température constante. Conformément aux résultats obtenus par Br. E. Marques, la valeur de D augmentait avec l'accroissement de l'acidité de la solution résultante, ainsi que du pourcentage du chlorure de baryum précipité.

Nous préparions ensuite quatre solutions de chlorure de baryum radifère contenant l'acide chlorhydrique en des quantités correspondant aux solutions résultantes de la première série d'expériences. Toutes les solutions étaient saturées à la température de 0°.

Nous examinions ensuite la distribution du radium dans toutes ces solutions d'après la méthode employée dans notre Laboratoire (3), c.-à.-d. nous ajoutions des quantités différentes de chlorure de baryum exempt de radium, nous les faisions dissoudre en chauffant un peu la solution et en les faisant recristalliser ensuite de nouveau par refroidissement à la température 0° et en agitant vigoureusement les solutions par un brassoir électrique.

Les résultats par nous obtenus sont réunis dans les tableaux suivants:

Solution neutre № 1, contenant: 23.43 % de $BaCl_2$
Densité de la solution $d = 1.25$

Méthode employée	% de $BaCl_2$ précipité	D
Recristallisation d'une solution sursaturée . .	15.35	5.16
„ „ „ „ . .	28.75	5.43
„ „ „ „ . .	76.90	5.52
		Moyenne 5.37 ± 0.14

Solution № 2, contenant: $BaCl_2$ — 14.54 %, HCl — 3.56 %
Densité $d = 1.155$

Méthode employée	% de $BaCl_2$ précipité	D
Recristallisation d'une solution sursaturée . .	17.85	5.84
„ „ „ „ . .	26.3	5.68
Précipitation par l'acide chlorhydrique * . . .	88.3	5.90
		Moyenne 5.8 ± 0.1

* La précipitation par l'acide chlorhydrique se faisait dans tous les cas en partant de solutions saturées neutres. La composition indiquée en tête des tableaux se rapporte aux solutions résultantes.

Solution № 3, contenant: $BaCl_2$ — 8.56 %, HCl — 5.95 %
Densité $d = 1.09$

Méthode employée	% de $BaCl_2$ précipité	D
Recristallisation d'une solution sursaturée . .	17.36	6.8
„ „ „ „ . .	27.02	6.52
Précipitation par l'acide chlorhydrique	67.2	6.40
		Moyenne 6.57 ± 0.15

Solution № 4, contenant: $BaCl_2$ — 1.91 %, HCl — 11.7 %
Densité $d = 1.10$

Méthode employée	% de $BaCl_2$ précipité	D
Recristallisation d'une solution sursaturée . .	17.6	8.4
„ „ „ „ . .	26.8	8.0
Précipitation par l'acide chlorhydrique	91.3	(7.2)*
		Moyenne 8.2 ± 0.2

Solution № 5, contenant: $BaCl_2$ — 0.601 %, HCl — 14.44 %
Densité $d = 1.108$

Méthode employée	% de $BaCl_2$ précipité	D
Recristallisation d'une solution sursaturée . .	17.6	10.2
„ „ „ „ . .	27.0	9.4
Précipitation par l'acide chlorhydrique	96.85	(4.8)*
		Moyenne 9.8 ± 0.4

Les données réunies dans les tableaux précédents sont représentées graphiquement dans les figures 1 et 2 (p. 485).

Les résultats que nous avons obtenus démontrent définitivement que la valeur de D ne dépend pas de la quantité relative des deux phases, mais qu'elle est une fonction de leur composition (dans notre cas, de la teneur des solutions en acide chlorhydrique).

Laboratoire de Chimie
de l'Institut du Radium.
Leningrad.

Manuscrit reçu
le 13. IV. 1934

* Grâce à sa haute acidité, la solution est tellement sursaturée de $BaCl_2$ que la cristallisation s'effectue trop vite et les cristaux n'ont pas le temps de s'enrichir suffisamment en radium.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — LITTÉRATURE CITÉE

1 V. Chlopin, A. Polessitsky, A. Ratner u. P. Tolmatscheff. Ber., 64, 2653 (1931). 2 V. Chlopin u. A. Polessitsky. Z. Phys. Chem. (A), 145, 57 (1929). — В. Хлопин и А. Ратнер. ДАН, 723 (1930). V. Chlopin et A. Ratner. C. R. de l'Acad. d. Sci de l'URSS, 723 (1930). — Branca Edmée Marques. C. R., 196 (1309), 1933.

ГЕНЕТИКА

М. ИГНАТЬЕВ

О МАТЕМАТИЧЕСКИХ ПРИЕМАХ ОБРАБОТКИ НАБЛЮДЕНИЙ НАД БЛИЗНЕЦАМИ

(*Представлено академиком Н. И. Вавиловым 22 V 1934*)

I

Сопоставление внутрипарных различий между однояйцевыми и двуяйцевыми близнецами дает возможность судить об относительном влиянии наследственности и среды на изменчивость количественного признака. Применяемые для этой цели различные индексы являются функциями от этих разностей между близнецами. Само же распределение этих разниц зависит от корреляции между близнецами (на которой отражается степень влияния наследственности) и от изменчивости признака в популяции. Зная изменчивость признака в популяции и корреляцию между близнецами, можно построить кривые распределения разниц между ними. Действительно, если признак распределен в популяции по нормальной кривой, то вероятность разницы между близнецами, отклонение одного из которых от средней x, а от другого $x + \varepsilon$ будет:

$$P_{|\varepsilon|} = \frac{1}{\pi\sigma^2\sqrt{1-r^2}}\, e^{-\frac{1}{2(1-r^2)\sigma^2}\left\{\varepsilon^2 - 2r\varepsilon(x+\varepsilon) + (x+\varepsilon)^2\right\}},$$

где r — корреляция между братьями.

Вероятность же разницы $|\varepsilon|$ в популяции будет:

$$Y = \frac{1}{\pi\sigma^2\sqrt{1-r^2}} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{1}{2(1-r^2)\sigma^2}\left\{\varepsilon^2 - 2r\varepsilon(x+\varepsilon) + (x+\varepsilon)^2\right\}} dx,$$

что может быть приведено к виду:

$$Y = \frac{1}{\pi\sigma^2\sqrt{1-r^2}}\, e^{-\frac{1+r}{1-r}\frac{\varepsilon^2}{4\sigma^2}} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{1}{(1+r)\sigma^2}\left(x+\frac{\varepsilon}{2}\right)^2} dx,$$

и, следовательно, $Y = \frac{1}{\sigma\sqrt{(1-r)\pi}}\, e^{-\frac{1+r}{1-r}\frac{\varepsilon^2}{4\sigma^2}}$.

Если $\alpha = \sigma_\varepsilon(1+r)^2$, то $Y = \frac{\sqrt{2}}{\pi\alpha\sqrt{1+r}}\, e^{-\frac{\varepsilon^2}{2\alpha^2}}$.

Форма кривой соответствует правой половине нормальной.

Таким образом: а) анализ статистической достоверности средних разностей не может производиться обычными способами, ориентирован-

ными на нормальное распределение; б) анализ распределений одних только разностей и сопоставление констант этих распределений является неполным анализом распределения признака в популяции; без учета популяционной изменчивости относительное влияние наследственности и среды не может быть учтено.

II

Изменчивость признака в популяции, измеряемая средним квадратом отклонений от средней арифметической (который мы будем называть варианцей — σ^2), может быть разложена на составные компоненты, так что

$$\sigma_\varphi^2 = \sigma_\gamma^2 + \sigma_\pi^2,$$

где φ — фенотипическая, γ — генотипическая (возникающая на почве расщепления), π — паратипическая (возникающая на почве влияния внешних факторов).

Внешние факторы в свою очередь могут быть разбиты на две группы: одни из них создают сходство между членами семьи (главным образом братьями, сестрами) и проявляются в изменчивости семей: это межсемейные факторы изменчивости; другие создают различия между индивидуумами и не находятся под воздействием внутрисемейной корреляции. Они создают различия как внутри семьи, так и между людьми, принадлежащими к разным семьям. Мы называем эту изменчивость внутрисемейной.

Обозначения принимаем такие:

σ_η^2 — межсемейная варианца σ_δ^2 — внутрисемейная варианца.

Следовательно, строение фенотипической варианцы в целом такое:

$$\sigma_\varphi^2 = \sigma_\gamma^2 + \sigma_\eta^2 + \sigma_\delta^2. \qquad [1]$$

(При этом не учитываются влияния на изменчивость доминантности, корреляции между родителями и возможной связи между генотипом и паротипом в том смысле, что больному генетически индивидууму создается лучшая среда.)

Изменчивость однояйцевых (т. е. внутри популяции однояйцевых, принадлежащих к однородным родителям) выражается:

$$\sigma_{об}^2 = \sigma_\delta^2, \qquad [2]$$

двуяйцевых:

$$\sigma_{дб}^2 = \frac{1}{2}\sigma_\gamma^2 + \sigma_\delta^2, \qquad [3]$$

где *об* обозначает однояйцевые, *дб* — двуяйцевые.

Эти значения можно подставить в формулы индексов, наичаще применяемых для измерения роли наследственности и внешних факторов, именно Ф. Ленц-О. Фершуера (I) (1) и К. Гольцингера (T и t^2) (2). Эти индексы равны:

$$I = \frac{n_1 \Sigma\Delta_{дб} - n_2 \Sigma\Delta_{об}}{n_1 \Sigma\Delta_{дб}}, \qquad T = \frac{n_1 \Sigma\Delta_{дб} - n_2 \Sigma\Delta_{об}}{n_2 \Sigma\Delta_{об}}, \qquad t^2 = \frac{r_{об} - r_{дб}}{1 - r_{об}},$$

где Δ — разности, n_1 — численность *об*, n_2 — численность *дб*; r — коэффициент корреляции.

После преобразований и подстановки получается:

$$I = \frac{\sqrt{\frac{1}{2}\sigma_\gamma^2 + \sigma_\delta^2} - \sigma_\delta}{\sqrt{\frac{1}{2}\sigma_\gamma^2 + \sigma_\delta^2}}, \qquad T = \frac{\sqrt{\frac{1}{2}\sigma_\gamma^2 + \sigma_\delta^2} - \sigma_\delta}{\sigma_\delta}, \qquad t_2 = \frac{1}{2}\frac{\sigma_\gamma^2}{\sigma_\delta^2}.$$

В таком виде отчетливо виден условный характер этих индексов. Кроме того они не учитывают изменчивости популяции.

III

Исходя из [1] можно выразить удельный вес отдельных факторов так: $d_{\varphi\cdot\gamma}=\frac{\sigma_\gamma^2}{\sigma_\varphi^2}$ — влияние наследственности, $d_{\varphi\cdot\eta}=\frac{\sigma_\eta^2}{\sigma_\varphi^2}$ — влияние межсемейных факторов изменчивости, $d_{\varphi\cdot\delta}=\frac{\sigma_\delta^2}{\sigma_\varphi^2}$ — влияние внутрисемейных факторов.

Символ $d_{\varphi\cdot\gamma}$ читается: коэффициент детерминации фенотипа генотипом или генетическая детерминация. При этом $d_{\varphi\cdot\gamma}=r^2_{\varphi\cdot\gamma}$; $d_{\varphi\cdot\eta}=r^2_{\varphi\cdot\eta}$ и т. д., где r — коэффициент корреляции.

Коэффициенты детерминации $d_{\varphi\cdot\gamma}$, $d_{\varphi\cdot\eta}$ и $d_{\varphi\cdot\delta}$ могут быть определены разными способами: а) из уравнений [1], [2] и [3] вытекает

$$d_{\varphi\cdot\gamma}=2\left(\frac{\sigma_{дб}^2}{\sigma_\varphi^2}-\frac{\sigma_{об}^2}{\sigma_\varphi^2}\right),\qquad d_{\varphi\cdot\eta}=1+\frac{\sigma_{об}^2}{\sigma_\varphi^2}-2\frac{\sigma_{дб}^2}{\sigma_\varphi^2},\qquad d_{\gamma\cdot\delta}=\frac{\sigma_{об}^2}{\sigma_\varphi^2}.$$

б) Или, так как $1-r_{бр}=\frac{\sigma_{бр}^2}{\sigma_p^2}$, где *бр* — братская, *р* — популяционная,

$$d_{\varphi\cdot\gamma}=2(r_{об}-r_{дб}),\qquad d_{\varphi\cdot\eta}=2r_{дб}-r_{об},\qquad d_{\varphi\cdot\delta}=1-r_{об}.$$

Ошибка этих определений довольно велика, так что метод требует большого числа наблюдений.

Если приближенно:

$$\sigma_{\sigma_\gamma^2}=2\sqrt{\frac{2\sigma_{об}^2}{n_1}+\frac{2\sigma_{бр}^2}{n_2}},\ \text{то}\qquad \sigma d_{\varphi\cdot\gamma}=k d_{\varphi\cdot\gamma},\ \text{где}\ k=\frac{\sigma_{\sigma_\gamma^2}}{\sigma_\gamma^2}.$$

Для расчетов по этому методу, например, были использованы в Медико-биологическом институте следующие коэффициенты корреляций между близнецами (по данным д-ра Л. Я. Босика):

		Начало хождения	Начало сидения	Прорезывание зубов
Однояйцевые	Мальчики . .	0.93 (49)*	9.96 (36)	0.96 (41)
	Девочки . . .	0.83 (48)	0.97 (27)	0.99 (58)
Двуяйцевые	Мальчики . .	0.83 (44)	0.67 (26)	0.77 (36)
	Девочки . . .	0.70 (53)	0.78 (33)	0.73 (50)

Откуда

	Мальчики	Девочки	Мальчики	Девочки	Мальчики	Девочки
Начало хождения .	0.20 ± 0.11	0.26 ± 0.11	0.73	0.59	0.07	0.17
Начало сидения . .	0.58 ± 0.22	0.38 ± 0.14	0.38	0.59	0.04	0.03
Прорезывание зубов	0.38 ± 0.14	0.52 ± 0.14	0.58	0.37	0.04	0.01

Расхождения между мальчиками и девочками повидимому случайного характера и являются результатом недостаточного числа наблюдений.

IV

Приведенные выше формулы коэффициентов детерминации не учитывают влияния доминантности, корреляции между родителями и корреляции между гено и паратипом. Доминантность, как показал Р. А. Фи-

* В скобках число пар.

шер (3), увеличивает изменчивость в популяции; корреляция между братьями равна при доминантности

$$\frac{1}{2}\left(1-\frac{1}{2}\partial\right), \text{ где } \partial=\frac{\sigma_\delta^2}{\sigma_\gamma^2+\sigma_\delta^2},$$

и σ_δ^2 — доминантная варианца.

Если генетическую корреляцию между родителями обозначить m, то генетическая детерминация теперь будет:

$$d'_{\varphi\cdot\gamma}=\frac{4}{2+\partial-2m}\left(r_{o\delta}-r_{\partial\delta}\right), \quad \text{или} \quad \frac{d'_{\varphi\cdot\gamma}}{d_{\varphi\cdot\gamma}}=\frac{2}{2+\partial-2m}.$$

Доминантность и корреляция между родителями до некоторой степени взаимно компенсируются в своем влиянии на генетическую детерминацию. Корреляция между генотипом и паратипическими факторами (частью внутрисемейных факторов) может заметно действовать только если она сама велика (она влечет уменьшение общей изменчивости на $2_r\sigma_\gamma\sigma_\xi$, где r — абсолютная величина этой корреляции и σ_ξ — варианца, создаваемая этим взаимными факторами).

Таким образом, можно ожидать, что при достаточном количестве и хорошем качестве собранного материала близнецовый метод дает возможность приближенно определить влияние наследственных и внешних факторов.

Медико-биологический институт
им. М. Горького. Москва.

Поступило
22 V 1934.

GENETICS

MATHEMATICAL TREATMENT OF DATA ON TWINS

By M. IGNATJEV

(*Communicated by N. Vavilov, Member of the Academy, 22. V. 1934*)

I

Comparison of intrapair differences between monozygotic and dizygotic twins provides a means of establishing the relative influence of heredity and environment upon the variability of one or another measurable character. The different indices used for this purpose are functions of the differences between the twins. The distribution itself of these differences depends on the correlation between the twins (in which the degree of influence of heredity is reflected) and on the variability of the character in the population. If we know the variability of the character in the population and the correlation between twins, we can draw the curves of distribution of the differences between them. Thus if the character is normally distributed in the population, the deviation of one of the twins from the average being x, the deviation of the other being $x+z$, the probability of a difference between them will be:

$$P_{|z|}=\frac{1}{\pi\sigma^2\sqrt{1-r^2}}\,e^{-\frac{1}{2(1-r^2)\sigma^2}\left\{x^2-2rx(x+z)+(x+z)^2\right\}},$$

where r is the correlation between brothers.

The probability of the difference $|z|$ in the population will be:

$$Y=\frac{1}{\pi\sigma^2\sqrt{1-r^2}}\int_{-\infty}^{+\infty}e^{-\frac{1}{2(1-r^2)\sigma^2}\left\{x^2-2rx(x+z)+(x+z))x^2\right\}}\,dx,$$

which can be reduced to:

$$Y = \frac{1}{\pi\sigma^2\sqrt{1-r^2}}\, e^{-\frac{1+r}{1-r}\frac{s}{4\sigma^2}} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{1}{(1+r)\sigma^2}\left(x+\frac{s}{r}\right)^2} dx.$$

Hence $$Y = \frac{1}{\sigma\sqrt{(1-r)\pi}}\, e^{-\frac{1+r}{1-r}\frac{s}{4\sigma^2}}.$$

If $\alpha = \sigma_x(1+r^2)$, then $Y = \frac{\sqrt{2}}{\pi\alpha\sqrt{1+r}}\, e^{-\frac{s^2}{2\alpha^2}}$.

The form of the curve corresponds to the right half of the normal curve. Therefore: a) the analysis of the significance of the average differences can not be made by those usual methods which assume normality of distribution; b) the analysis of the distribution of the differences alone and the comparison of the constants of the distributions does not give a complete analysis of the character in the population; the relative influence of heredity and environment cannot be made meaningful without considering the variability of the population.

II

The variability of the character in the population measured by the mean square deviation from the average (variance) can be analyzed into its components, so that

$$\sigma_\varphi^2 = \sigma_\gamma^2 + \sigma_\pi^2,$$

where φ indicates the phenotypical, γ — the genotypical (depending on segregation), π — the paratypical (depending on the influence of external factors).

The external factors can in turn be divided into two groups. One group causes resemblance between the members of a family (especially brothers, sisters) and manifests itself in the variability of families; these are the interfamilial factors of variability. The other group causes differences between individuals and is outside the influence of intrafamilial correlation. They create differences between people belonging to different families as well as between the members of one family. We call this variability intrafamilial variability.

We use the following symbols:

σ_η^2 — interfamilial variance, σ_δ^2 — intrafamilial variance.

Therefore, the components of the phenotypical variance as a whole are given by

$$\sigma_\varphi^2 = \sigma_\gamma^2 + \sigma_\eta^2 + \sigma_\delta^2. \qquad [1]$$

[The influences on variability 1) of dominance, 2) of the correlation between parents, and 3) of possible correlation between the genotype and paratype (in so far as genetically defective individual may be placed in better environment) are not here taken into account.]

The variability of monozygotics (i. e. in a population of monozygotics belonging to homogeneous parents) is

$$\sigma_{id}^2 = \sigma_\delta^2, \qquad [2]$$

of dizygotics

$$\sigma_{fr}^2 = \frac{1}{2}\sigma_\gamma^2 + \sigma_\delta^2, \qquad [3]$$

where *id* signifies monozygotics, *fr* — dizygotics.

These values can be substituted in the formulae for the indices which are most frequently used for measuring the roles of heredity and of exogenic factors, as the indices of F. Lenz-O. Verschuer (*I*) [1] and K. Holzinger (*T* and t^2) [2]. These indices are:

$$I=\frac{n_1\Sigma\Delta_{fr}-n_2\Sigma\Delta_{id}}{n_1\Sigma\Delta_{fr}},\qquad T=\frac{n_1\Sigma\Delta_{fr}-n_2\Sigma\Delta_{id}}{n_2\Sigma\Delta_{id}},\qquad t^2=\frac{r_{id}-r_{fr}}{1-r_{id}},$$

where Δ is the difference, n_1 — the number of *id*; n_2 the number of *fr*, r — the coefficient of correlation.

After substitution we get

$$I=\frac{\sqrt{\frac{1}{2}\sigma_\gamma^2+\sigma_\delta^2}-\sigma_\delta}{\sqrt{\frac{1}{2}\sigma_\gamma^2+\sigma_\delta^2}},\qquad T=\frac{\sqrt{\frac{1}{2}\sigma_\gamma^2+\sigma_\delta^2}-\sigma_\delta^2}{\sigma_\delta},\qquad t^2=\frac{1}{2}\frac{\sigma_\gamma^2}{\sigma_\delta^2}.$$

Here we clearly see the conditional character of these indices. Moreover they do not take into account the variability in the population.

III

Starting from [1] we can express the roles of separate factors in the following way: $d_{\varphi\cdot\gamma}=\frac{\sigma_\gamma^2}{\sigma_\varphi^2}$ — influence of heredity on variability, $d_{\varphi\cdot\eta}=\frac{\sigma_\eta^2}{\sigma_\varphi^2}$ — influence of interfamilial factors on variability, $d_{\varphi\cdot\delta}=\frac{\sigma_\delta^2}{\sigma_\varphi^2}$ — influence of intrafamilial factors on variability.

The symbol $d_{\varphi\cdot\gamma}$ is read: the cofficient of determination of the phenotype by the genotype, or the genetic determination ($d_{\varphi\cdot\gamma}=r^2_{\varphi\cdot\gamma}$; $d_{\varphi\cdot\eta}=r^2_{\varphi\cdot\eta}$, etc., and r is the coefficient of correlation).

The coefficients of determination $d_{\varphi\cdot\gamma}$, $d_{\varphi\cdot\eta}$, and $d_{\varphi\cdot\delta}$ can be determined in various ways: a) from the equations [1], [2], [3]:

$$d_{\varphi\cdot\gamma}=2\left(\frac{\sigma_{fr}^2}{\sigma_\varphi^2}-\frac{\sigma_{id}^2}{\sigma_\varphi^2}\right),\qquad d_{\varphi\cdot\eta}=1+\frac{\sigma_{id}^2}{\sigma_\varphi^2}-2\frac{\sigma_{fr}^2}{\sigma_\varphi^2},\qquad d_{\varphi\cdot\delta}=\frac{\sigma_{id}^2}{\delta_\varphi^2}.$$

b) Or, since $1-r_{fr}=\frac{\sigma_{fr}^2}{\sigma_p^2}$, where *fr* — fraternal, *p* — of population,

$$d_{\varphi\cdot\gamma}=2\,(r_{id}-r_{fr}),\quad d_{\varphi\cdot\eta}=2r_{fr}-r_{id},\quad d_{\varphi\cdot\delta}=1-r_{id}.$$

The error of these determinations is considerable, and the method requires a large number of observations.

If approximately:

$$\sigma_{\sigma_\gamma^2}=2\sqrt{\frac{2\sigma_{id}^2}{n_1}+\frac{2\sigma_{fr}^2}{n_2}},$$

then $\sigma d_{\varphi\cdot x}=kd_{\varphi\cdot\gamma}$, where $k=\frac{\sigma_{\sigma_\gamma^2}}{\sigma_{\gamma^2}}$.

To give some examples, the following coefficients (as given by Dr L. Bossik) were used in the Medico-Biological Institute:

		Commencement of walking r	Commencement of sitting up r	Commencement of cutting teeth r
Monozygotics	Boys	0.93 (49)*	0.96 (36)	0.96 (41)
	Girls	0.83 (48)	0.97 (27)	0.89 (53)
Dizygotics	Boys	0.83 (44)	0.67 (26)	0.77 (36)
	Girls	0.70 (53)	0.78 (33)	0.73 (50)

* The numbers of pairs are shown in parentheses.

Therefore

	$\sigma_{\varphi \cdot \gamma}$		$d_{\varphi \cdot \eta}$		$d_{\varphi \cdot \delta}$	
	Boys	Girls	Boys	Girls	Boys	Girls
Commencement of walking	0.20 ± 0.11	0.26 ± 0.11	0.75	0.59	0.07	0.17
Commencement of sitting up	0.58 ± 0.22	0.38 ± 0.14	0.38	0.59	0.04	0.03
Commencement of cutting teeth	0.38 ± 0.14	0.52 ± 0.14	0.58	0.37	0.04	0.01

The divergences between boys and girls are probably the chance result of the insufficient number of cases observed.

IV

The formulae for the coefficients of determination given above do not take into account the influences of dominance, of correlation between parents, and of correlation between the geno- and paratype. Dominance increases the variability in the population, as has been shown by R. A. Fisher ([3]); the correlation between brothers is equal when the dominance is

$$\frac{1}{2}\left(1-\frac{1}{2}\partial\right), \quad \text{if} \quad \partial = \frac{\sigma_\delta^2}{\sigma_\gamma^2 + \sigma_\delta^2},$$

and σ_δ^2 is the dominance variance.

If we call the genetic correlation between parents m, the genetic determination will be:

$$d'_{\varphi \cdot \gamma} = \frac{4}{2 + \partial + 2m}(r_{id} - r_{fr}),$$

or

$$\frac{d'_{\varphi \cdot \gamma}}{d_{\varphi \cdot \gamma}} = \frac{2}{2 + \partial - 2m}.$$

Dominance and the correlation between parents to some dergee compensate each other in their influence on the genetic determination. The correlation between the genotype and the paratypical factors (a part of the intrafamilial factors) may have a considerable influence, if it is large itself. It diminishes the general variability by $2r\sigma_\gamma\sigma_\delta'$, where r is the absolute value of this correlation and σ_δ' is the variation produced by these mutual factors.

Therefore, we may expect that the method of twins will make it possible to determine approximately the influence of endogenic and exogenic factors, if the data are collected in sufficient quantities and are of good quality.

Medico-Biological Institute.
Moscow.

Received
22. V. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

[1] F. Lenz u. O. Verschuer. Archiv für Rassen- und Gesellschaftsbiologie, Bd. 20. [2] K. Holzinger. Journal of Educ. Psych., vol. XX. [3] R. A. Fisher. Trans. Roy. Soc. Edin., vol. LII.

ГЕНЕТИКА

Г. К. ХРУЩОВ

КУЛЬТУРЫ ЛЕЙКОЦИТОВ КРОВИ КАК МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ СОМАТИЧЕСКОГО КАРИОТИПА ЧЕЛОВЕКА

(Представлено академиком Н. И. Вавиловым 22 V 1934)

Развитие антропогенетики поставило перед цитологией неотложную задачу самого широкого и углубленного изучения кариотипа человека. В этом изучении основным препятствием оказывалась трудность получения надлежащего материала. До последнего времени таким материалом цитологам служили кусочки некоторых органов, полученные оперативным путем (семенники), а также ткани эмбрионов. В самое последнее время кариология начала пользоваться тканевыми культурами, которые дают полную возможность получать вполне совершенно зафиксированные митотические фигуры. Все эти методы однако не дают возможности изучения кариотипа любого субъекта, представляющего тот или иной интерес для генетического анализа.

В 1931 году мною совместно с А. Г. Андресом и В. И. Ильиной-Какуевой было опубликовано предварительное сообщение, в котором мы предложили использовать культуры лейкоцитов периферической крови для изучения соматического кариотипа человека. За время, протекшее с первого опубликования нашей работы, мне удалось значительно усовершенствовать методику, и в настоящее время можно, как мне кажется, с полным правом рекомендовать эту методику, как вполне надежную, устраняющую те трудности, которые стояли на пути исследования соматического кариотипа человека. Методика эта дает возможность, во первых, получить вполне достаточное для анализа количество митотических фигур любого субъекта и, во вторых, вполне совершенно обрабатывать материал в смысле техники фиксации и окраски.

Техника постановки и выращивания культур заключается в следующем:

1) Кровь берется пункцией из вены в количестве 8—10 $см^3$, собирается в парафинированную центрифужную пробирку, в которую предварительно помещается 0.25—0.5 $см^3$ 1% раствора гепарина на физиологическом растворе.

2) Собранная кровь центрифугируется в охлажденных стаканчиках в течение 8—10 минут при 3500—4000 оборотах.

3) Отцентрифугированная плазма отсасывается в отдельную парафинированную пробирку и может сохраняться на льду в течение 10—12 дней.

4) После отсасывания плазмы на поверхность форменных элементов помещается 2—5 капель эмбрионального экстракта, и пробирка помещается в термостат при 37.5 С°.

5) После того как на поверхности клеточных элементов образуется пленка свернувшейся плазмы, заключающая лейкоциты, последняя вынимается либо пинцетом, либо стеклянным крючком и нарезается на мелкие кусочки в растворе Рингера.

6) Кусочки пленки высаживаются на покровные стекла по методу висячей капли в следующую среду: 1 капля плазмы человека (аутоплазмы), 1 капля плазмы кролика, разбавленная пополам гипотонизированным на 50% раствором Рингера, 1 капля 15% эмбрионального сока. (Эмбриональ-

ный сок может быть использован как гомогенный, так и гетерогенный, например куриный.)

7) Покровные стекла с культурами приклеиваются жидкостью Рингера к большим стеклам (или, что даже удобнее — слюде) и после свертывания среды эти большие стекла переворачиваются над лункой большого предметного стекла, и камера заделывается парафином или воском.

8) По истечении 4 суток, в течение которых культуры остаются в термостате, производится обновление среды по способу Максимова. Средою для обновления служит следующая комбинация: 1 капля аутогенной плазмы, разведенной пополам гипотонизированным Рингером (см. пункт 6), 1 капля 30% эмбрионального экстракта.

9) Через 48 часов после обновления среды — фиксация культур.

Как показали нам многочисленные опыты, указанный здесь срок обновления среды и срок фиксации культур являются наивыгоднейшими в смысле стимуляции клеточных делений и в дальнейшем при фиксации улавливания максимального количества наиболее удобных для карпологического анализа митотических фигур.

В качестве фиксатора мы можем рекомендовать особую модификацию жидкости Флеммннга (16 см³ 1% хромовой кислоты, 1 см³ 2% осмиевой кислоты, 2—3 капли крепкой уксусной кислоты — фиксация 12—24 часа), которая по сравнению со многими карпологическими фиксаторами дала нам большое число совершенно безукоризненно фиксированных фигур.

Тотальные препараты наших культур мы всегда выкрашивали по методу Фельгена-Розенбека. Эта методика уже не раз применялась для прокрашивания тканевых кусочков и прекрасно удается на культурах.

Большое преимущество предлагаемой методики заключается также и в том, что анализ митотических фигур может производиться на тотальных препаратах, без приготовления срезов, что, помимо большой экономии времени, обеспечивает зарисовку и наблюдения всей фигуры митоза в целом.

Судьба различных видов лейкоцитов в культурах, поставленных по описанному методу, различна. В первые сутки наблюдается массовая миграция всех видов лейкоцитов из кусочка в среду, причем наиболее энергично продвигаются нейтрофилы. Начиная со вторых суток наблюдается массовая гибель нейтрофилов и некоторой части малых лимфоцитов. Бо́льшая же часть лимфоцитов и моноцитов превращается в объемистые, богатые протоплазмой клетки и замедляют движения. Мы имеем здесь несомненные превращения клеток незернистого ряда в полибласты. В конце третьих и четвертых суток вся зона миграции занята полибластами, среди которых встречаются группы клеток с разнообразными, часто очень длинными отростками. Это — дальнейшее развитие полибласта, превращение его в стойкую тканевую форму. Именно на этой стадии превращения наиболее выгодно произвести обновление среды. После обновления среды общая морфология культуры почти не изменяется — можно лишь отметить некоторое увеличение количества стойких форм (фиброциты). Приблизительно через 20—24 часа после обновления среды в культурах появляются массовые клеточные деления, количество которых возрастает до максимума к 40—48 часам.

Митозы встречаются одинаково часто как в полибластах, так и в фиброцитах. Характер, общая морфология, митотической фигуры в этих клетках несколько различны. Так, если в метафазе в полибластах хромозомы обычно распределены в виде венчика, часто не замкнутого, то в фиброцитах хромозомы образуют правильную звезду с периферическим

лежанием больших изогнутых или прямых хромозом и центральным расположением мелких компонент комплекса. Заметно также, что все хромозомы в делящемся фиброците несколько длиннее, чем в полибласте. Однако, несмотря на эти отличия, при надлежащей фиксации как митозы полибласта, так и митозы фиброцита, одинаково доступны анализу. Особенно же выгодными оказываются фигуры полибластов, распластанных на поверхности покровного стекла.

Медико-биологический институт
им. М. Горького. Москва.

Поступило
22 V 1934.

GENETICS

THE CULTURES OF BLOOD LEUCOCYTES AS A METHOD OF INVESTIGATING THE SOMATIC KARYOTYPE OF MAN

By G. CHRUŠČOV

(*Communicated by N. Vavilov, Member of the Academy, 22. V. 1934*)

The development of anthropogenetics has imposed on cytology the urgent task of effecting a wide and fundamental study of the karyotype of man. In all such work the chief obstacle is the difficulty of accumulating the necessary material. Till recently this material consisted of portions of organs obtained from operations (testicles) and the tissues of embryos. Today karyology is using tissue-cultures, which enable us to obtain definite mitotic figures. But none of these methods enable us to study the karyotype of any subject which is of interest for genetic analysis.

In the year 1931 together with A. Andres and V. Iljina-Kakujeva we published a preliminary communication, in which we proposed to use cultures of the leucocytes of peripheral blood for the study of the somatic karyotype of man. During the time which elapsed since the first publication I have succeeded in considerably improving our methods, and now I feel entitled to recommend these methods as reliable and removing the difficulties that obstructed the investigation of the somatic karyotype of man. Firstly these methods enable us to obtain an adequate quantity of mitotic figures from any subject interesting for analysis. Secondly they enable us to prepare the material thoroughly in the matter of fixation and staining. The technique of developing and staining the cultures is as follows:

1) 8—10 cm^3 of blood is taken from a vein, transferred to a paraffin-lined centrifugal tube in which 0.35—0.5 cm^3 of 1% solution of heparine in physiological solution has previously been placed.

2) The collected blood is centifuged in cooled containers for 8—10 minutes at 3500—4000 revolutions.

3) The centrifuged plasma is drained off into a separate paraffin-lined tube and can be preserved for 10—12 days on ice.

4) After the plasma has been drained off, 2—5 drops of embryo extract are placed on the surface of the blood cells, and the tube is put in a thermostat at 37.5° C.

5) When a film of coagulated plasma which includes the leucocytes has been formed on the surface of the cell elements, it is removed by forceps or by a glass hook and is cut into small pieces in Ringer solution.

6) Portions of the film are placed on cover glasses, using the method of a hanging drop, in the following medium: 1 drop of human plasma (autoplasma); 1 drop of rabbit plasma mixed half and half with Ringer solution 50% hypotonic; 1 drop of 15% embryo juice (the embryo juice used may be homogeneous or heterogeneous, say of a chicken).

7) The cover glasses with the cultures are fixed on slides (or still better on mica plates), and after the coagulation of the medium these slides are reversed over the concavity of a slide with a ground cell, and the concavity is sealed with paraffin or wax.

8) After 4 days, during which the cultures remain in the thermostat, the medium is renewed by the method of Maximov. The following combination is employed for renewing the medium: 1 drop of autogenous plasma dissolved in 50% hypotonic Ringer solution (see 6), and 1 drop of 30% embryo extract.

Numerous experiments have shown that the period of renewing the medium and the time of fixation of the cultures as given here, are the most advantageous for stimulating cell division and afterwards detecting a maximum of mitotic figures suitable for karyological analysis.

We can recommend for fixation a special modification of Flemming solution (16 cm^3 of 1% chromic acid, 1 cm^3 of 2% osmic acid, 2—3 drops of strong acetic acid — fixation for 12—24 hours).

This has given us a larger number of quite perfectly fixed figures than is usual with other karyological fixatives.

In the final preparation of our cultures we always stained them by the method of Foelgen-Rosenbeck. This methodhas been used many times for staining tissues and succeeds perfectly with cultures.

One great advantage of the methods here proposed consists in the fact that the analysis of mitotic figures can be made in the entire preparation, without preparing microscopic sections, which ensures, in addition to a great economy of time, the observation and drawing of the whole undivided mitotic figure.

The fates of different species of leucocytes in the cultures prepared by the above mentioned method are various. During the first 24 hours a mass migration of all species of leucocytes from the film portion into the medium is observed. The neutrophiles migrate the most energetically. During the second 24 hours a mass destruction of neutrophiles is observed, as well as of a part of the small lymphocytes. The greater part of the lymphocytes and monocytes change into large cells rich with protoplasm and their movements are retarded. Undoubtedly we have here a transmutation of non-granular cells into polyblastema. After 3 or 4 days the whole zone of migration is occupied by polyblastema, among which occur groups of cells with varying and often very long offshoots. This is the further development of the polyblastema, its transformation into a stable form of tissue. At this stage it is convenient to renew the medium. After the renovation of the medium the general morphology of the culture hardly changes. We must however record some increase in the quantity of stable forms (fibrocytes). About 20—24 hours after the renovation of the medium mass cell divisions appear in the cultures, the quantity of which reaches a maximum in 40—48 hours.

Mitosis occurs as often in polyblastema as in the fibrocytes. The character and the general morphology of the mitotic figures of these cells are different. Thus, in the metaphase of the polyblastema the chromosomes are usually distributed in the form of a corona, which is often not closed

in; in the fibrocytes the chromosomes form a regular star, with the large curved or straight chromosomes lying on the periphery and a central disposition of the smaller components of the complex. It is noticeable that all the chromosomes in a divisible fibrocyte are somewhat longer than in a polyblastema. In spite of these differences, under an appropriate fixation, the mitosis of polyblastema and the mitosis of fibrocytes are equally analysable. The figures of polyblastema spread on the surface of the cover glass prove to be especially convenient.

Medico-Biological Institute.
Moscow.

Received
22. V. 1934.

ГЕОЛОГИЯ

В. И. КРОКОС

К ВОПРОСУ О НОМЕНКЛАТУРЕ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ УКРАИНЫ

(*Представлено академиком А. А. Борисяком 8 IV 1934*)

Работами А. И. Набоких (1906—1915 гг.), В. Д. Ласкарева (1911—1919 гг.) и В. И. Крокоса (1912—1933 гг.) была установлена ярусность континентальной фации четвертичных отложений Украины, выраженной преимущественно лессовой серией. Последняя несколькими стратиграфическими горизонтами ископаемых почв довольно отчетливо разграничивается на ярусы, которые в большинстве случаев охватывают обширные территории. Более поздние работы В. В. Резниченко (1923—1932 гг.), Д. Биленко, И. Педана, И. Лепикаша, Л. Лунгерсгаузена, М. Рыженко и др. в основном подтверждают многоярусность лессовой серии и сообщают по данному вопросу новые фактические данные. Следует особенно отметить, что стратиграфическая самостоятельность лессовых ярусов подтверждается последними палеонтологическими работами М. Мельник ([12]), В. Бондарчука ([2]) и Л. Лунгерсгаузена ([9]).

Возражения некоторых авторов против стратиграфического значения ярусов лесса основываются или на недостаточном знакомстве [А. Москвитин ([13])] или на полном незнакомстве [Ю. Скворцов ([15])] с четвертичной серией Украины.

В 1929—1931 гг. я указал, что лессовая серия плато правобережной Украины в районе Лубны—Миргород сложена пятью ярусами [([6]) стр. 6—8, ([8]) стр. 15].

В 1932 г. В. Г. Бондарчук отметил, что северное побережье Азовского моря в районе Мариуполя сложено четырьмя ярусами лесса, из которых первый ярус отвечает первому и второму ярусам лесса Полтавско-Миргородского района [([1]) стр. 85—86].

В 1933 г. Л. Лунгерсгаузен указывает на пятиярусную лессовую серию Молдавии [([11]) стр. 46—47].

В последнее время стал накопляться материал касательно существования еще одного яруса лесса. Л. Ф. Лунгерсгаузен впервые наблю-

дал его в бассейне р. Орели в 1931 г., а затем на юго-западе Одесской области и в Молдавии.

До настоящего времени каждый ярус лесса обозначался его порядковым числом, причем счет велся сверху (первый ярус лесса, второй и т. д.). Это создавало некоторые неудобства и несоответствовало обычной геологической терминологии, которая отдельным ярусам предлагает давать собственные имена.

В моих стратиграфических схемах я параллелизировал каждый ярус лесса с соответствующим оледенением Альпийского района [(5) стр. 290], но условность этой параллелизации слишком очевидна.

Считаю вполне своевременным поставить вопрос о даче каждому ярусу лесса собственного имени, причем каждый ярус лесса получает название той реки, в бассейне которой он был впервые констатирован или наилучше изучен.

Среди пятиярусной лессовой серии наибольшие площади занимают четыре яруса, а именно, первый, третий, четвертый и пятый.

Первый, считая сверху, ярус встречается на всей обширной лессовой площади Украины. Наиболее подробно он изучался помощью шурфов и почвенных ям на правобережной Украине, в бассейне р. Буга. Поэтому данный лесс можно выделить в „бугский ярус".

Третий, считая сверху, ярус лесса непосредственно связан с мореной днепровского оледенения. Изучение стратиграфических взаимоотношений этого яруса лесса и морены дало мне возможность в 1926 г. установить ледниковый возраст данного яруса [(4) стр. 227—228, (5) стр. 213—226]. Поэтому данный лесс можно выделить в „днепровский ярус".

Четвертый ярус лесса был констатирован А. И. Набоких в 1915 г. для Кобелякского (Полтавщина) и Зиновьевского районов [(14) стр. 22—23]. Наиболее детально он был изучен в западной части Одесской области в бассейне Тилигула. Этот ярус лесса можно обозначить термином „тилигульский ярус".

Пятый ярус лесса был мною впервые констатирован в 1915 г. буреньем около железнодорожной станции Мигаево на Одещине (8). В 1927 г. я указал на его значительное развитие в бассейне р. Сулы на Лубенщине [(5) стр. 197—198]. Этот лесс я выделяю в „сульский ярус".

В 1929—1930 гг. я указал, что в районе среднего Днепра имеет значительное распространение новый ярус лесса, которому я дал название лесса вюрм I или нижневюрмского лесса [(7) стр. 4—5]. Его стратиграфическое положение в лессовой серии плато было выяснено шурфом в бассейне р. Удая (правый приток р. Сулы), где он залегал между первым и третьим ярусами. В своих более поздних публикациях я его называл лессом второго яруса; его можно выделить в „удайский ярус".

Переход от порядкового счета ярусов лесса к наименованию их специальными терминами имеет свой смысл. Если дальнейшие, более детальные исследования констатируют новые стратиграфические ярусы лесса, то в таком случае уже не будет нужды менять порядковый счет ярусов лесса: в литературу войдет только еще один новый термин (по имени речного бассейна, где впервые будет обнаружен новый ярус лесса). Действительно, в 1931 г. Л. Ф. Лунгерсгаузен встретил новый ярус лесса в бассейне р. Орели (правый приток реки Самары), а в 1932 г. обнаружил его в Молдавии и указал, что новый ярус лежит между

третьим и четвертым ярусами ([10]). Я наблюдал данный ярус в 1931 г. в шурфе на плато около Полтавы, а И. А. Лепикаш в районе Днепропетровска. Новый ярус можно выделить в „орельский ярус".

Таким образом, считая сверху, можно выделить шесть ярусов лесса, а именно, бугский, удайский, днепровский, орельский, тилигульский и сульский и обозначить их соответственно буквами латинского алфавита: *B, U, D, O, T, S.*

События	Швейцария	Германия	Украина Ярусы лесса и интервалы	Символы
Оледенение	Вюрм II	Вайхзель	Бугский	*B*
Интерстадиал	Вюрмский интерстадиал		Удайско-бугский интервал (ископаемая почва)	*UB*
Оледенение	Вюрм I		Удайский	*U*
Интергляциал	Рисс — вюрм	Заале — Вайхзель	Днепровско-удайский интервал (ископаемая почва)	*DU*
Оледенение	Рисс	Заале	Днепровский	*D*
Интерстадиал	Рисский интерстадиал		Орельско-днепровский интервал (ископаемая почва)	*OD*
Оледенение	Прериссс		Орельский	*O*
Интергляциал	Миндель — рисс	Эльстер — Заале	Тилигульско-орельский интервал (ископаемая почва)	*TO*
Оледенение	Миндель	Эльстер	Тилигульский	*T*
Интергляциал	Гюнц — миндель		Сульско-тилигульский интервал (ископаемая почва)	*ST*
Оледенение	Гюнц		Сульский	*S*

Вышеуказанные ярусы лесса разделены пятью горизонтами ископаемых почв. В предыдущих работах я связывал каждый ярус лесса с соответствующим наступлением льдов Восточной Европы. В связи с шестью ярусами лесса можно говорить о шестикратном наступании льдов. Ископаемые почвы соответствуют перерыву („интервалу") в наступании ледяных масс. Эти перерывы, а следовательно и ископаемые почвы, можно обозначить терминами соответствующих двух соседних лессовых ярусов, которые они разделяют.

Таким образом, ископаемые почвы, считая сверху, получают названия 1) удайско-бугская, 2) днепровско-удайская, 3) орельско-днепров-

ская, 4) тилигульско-орельская и 5) сульско-тилигульская. Взамен ископаемых почв можно говорить о таких интервалах (перерывах) в наступании ледниковых масс: 1) удайско-бугский, 2) днепровско-удайский, 3) орельско-днепровский, 4) тилигульско-орельский и 5) сульско-тилигульский интервалы. Соответствующие им символы будут: *U-B*, *D-U*, *O-D*, *T-O*, *S-T* или *UB*, *DU*, *OD*, *TO*, *ST*.

Условно ярусы нашего лесса можно таким образом параллелизировать с оледенениями Западной Европы (см. таблицу).

Геологический институт.
Киев.

Поступило
8 IV 1934.

GEOLOGIE

ZUR NOMENKLATUR DER QUARTÄRABLAGERUNGEN DER UKRAINE

Von W. KROKOS

(*Vorgelegt von A. Borissiak, Mitglied der Akademie, d. 8. IV. 1934*)

Die Arbeiten von A. Nabokich (1906—1915), W. Laskarev (1911—1919) und W. Krokos (1912—1933) stellten die Stufen der kontinentalen Fazies der Quartärablagerungen der Ukraine fest, die hauptsächlich durch die Löss-Serie vertreten sind. Dieselbe wird von einigen stratigraphischen Horizonten fossiler Böden ziemlich deutlich in Stufes abgegrenzt, die meist weite Flächen umfassen. Din späteren Arbeiten von W. Resničenko (1923—1932), I. Pedan, I. Lepikaš, L. Lungershausen, W. Bondarčuk, D. Bilenko M. Ryženko u. a. bestätigen im wesentlichen die Vielstufigkeit der Löss-Serie und brigen neue Tatsachen. Es ist zu betonen, dass die stratigraphische Selbständigkeit der Löss-Stufen durch die neuesten paläontologischen Forschungen von M. Melnik ([12]), W. Bondarčuk ([2]) und L. Lungershausen ([2]) bekräftigt wird.

Die Einwände einiger Autoren gegen die stratigraphische Bedeutung der Löss-Stufen beruhen entweder auf ungenügender Kenntnis [A. Moskvitin ([13])], oder auf völliger Unkenntnis [I. Skvorcov ([15])] der quartären Serie der Ukraine. In den Jahren 1929—1931 haben wir darauf hingewiesen, dass die Löss-Serie des Plateau der linksufrigen Ukraine im Bereich Lubny-Mirgorod aus fünf Stufen aufgebaut ist [([6]) S. 6—8, ([8]) S. 15]. Im Jahre 1932 gab W. Bondarčuk an, dass die Nordküste des Asowschen Meeres in der Gegend von Mariupol aus vier Löss-Stufen zusammengesetzt ist, deren erste Stufe der ersten und zweiten Löss-Stufe des Gebietes Poltawa — Mirgorod entspricht [([1]), S. 85—86]. Im Jahre 1933 wies L. Lungershausen auf die fünfstufige Löss-Serie Moldauens hin [([11]) S. 46—47]. Neuerdings hat sich Material betreffs der Existenz noch einer Löss-Stufe angesammelt. L. Lungershausen beobachtete dieselbe zum ersten Mal im Gebiete des Flusses Orel im Jahre 1931, darauf im Südwesten des Gebietes von Odessa und in Moldauen. Bis jetzt wurde jede Löss-Stufe durch ihre Ordnungszahl bezeichnet, von oben nach unten gerechnet. Das ergab gewisse Misstände und entsprach nicht der üblichen geologischen Terminologie, die einzelnen Stufen spezielle Benennungen zu erteilen pflegt. In unseren stratigrahischen Schemen setzten wir jede Löss-Stufe in Parallele mit der entsprechenden

Vereisung des Alpengebiets [(5) S. 290], wobei der dieser Parallelität anhaftende konventionelle Charakter auf der Hand liegt.

Wir erachten es nun für zeitgemäss, einer jeden Stufe eine spezielle Benennung anzuweisen und zwar nach dem Flusses, in dessen Gebiete dieselbe zum ersten Male festgestellt oder am besten erforscht wurde.

In der fünfstufigen Löss-Serie nehmen vier Stufen die grössten Flächen ein, nämlich — die erste, dritte, vierte und fünfte Stufe.

Die erste Stufe von oben gerechnet kann auf der ganzen umfangreichen ukrainer Lössfläche beobachtet werden. Am genauesten wurde dieselbe durch Schurfung und an Gräben in der rechtsufrigen Ukraine im Gebiet des Bug erforscht. Daher kann dieser Löss als die „Bug-Stufe" bezeichnet werden. Die dritte Löss-Stufe, von oben gerechnet, ist unmittelbar mit der Moräne der Dnjeprvereisung verbunden. Die Erforschung der stratigraphischen Wechselbeziehungen dieser Löss-Stufe und der Moräne erlaubte uns im Jahre 1926 das Eiszeitalter dieser Stufe zu ermitteln [(4) S. 227—228, S. 213—226]. Daher lässt sich dieser Löss als „Dnjepr-Stufe" aussondern. Die vierte Löss-Stufe wurde im Jahre 1915 von A. Nabokich im Bere che der Bezirke Kobeljaki (Poltawagebiet) und Sinowiewsk festgestellt [(11) S. 22—23]. Am eingehendsten wurde diese Löss-Stufe im Bassin des Flusses Tiligul, im Westen des Gebiets von Odessa erforscht. Dieser Löss-Stufe kann man daher die Bezeichnung „Tiligul-Stufe" aneignen.

Die fünfte Löss-Stufe wurde zuerst von u s im Jahre 1915 durch Bohrung in der Nähe der Eisenbahnstation Migajewo im Gebiet von Odessa festgestellt (3). Im Jahre 1927 wiesen wir auf ihre beträchtliche Entwicklung im Becken des Flusses Sula im Bezirke von Lubny hin. [(5) S. 197—198]. Diesen Löss bezeichnen wir als „Sula-Stufe".

In den Jahren 1929—1930 wiesen wir darauf hin, dass im Bereiche des mittleren Dnjepr eine neue Löss-Stufe ziemlich verbreitet ist, der wir die Benennung Lö-s-Würm I oder unter-Würm Löss gaben [(7) S. 4—5]. Ihre stratigraphische Lage in der Löss-Serie des Plateaus wurde durch Schurfung im Becken des Flusses Udaj (rechter Nebenfluss der Sula) ermittelt, wo dieselbe zwischen der ersten und dritten Stufe eingelagert ist. In unseren Veröffentlichungen bezeichneten wir diese Stufe als „Löss zweiter Stufe"; er lässt sich in die „Udaj-Stufe" aussondern.

Der Übergang von Bezeichnungen durch Ordnungszahlen zu speziellen Benennungen hat seinen Sinn und gewisse Vorzüge. Wenn zukünftige ausführlichere Forschungen neue stratigraphische Löss-Stufen feststellen, wird die Notwendigkeit einer Änderung der Ordnungszahl der Löss-Stufen fortfallen: die Literatur wird blos um einen neuen Fachausdruck bereichert werden (gebildet nach dem Namen des Stromgebiets, wo die betreffende Löss-Stufe ermittelt wurden). In der Tat entdeckte im Jahre 1931 L. Lungershausen eine neue Löss-Stufe im Gebiet des Flusses Orel (rechter Nebenfluss des Flusses Samara), im Jahre 1932 stellte er dieselbe in Moldauen (AMSSR) fest und wies darauf hin, dass die neue Löss-Stufe zwischen der dritten und vierten Löss-Stufe liegt (10). Wir beobachteten diese Stufe im Jahre 1931 im Schurfe auf dem Plateau in der Nähe von Poltawa, I. Lepikaš wies dieselbe im der Gegend von Dnjepropetrowsk nach. Die neue Stufe lässt sich als „Orel-Stufe" hinstellen.

So lassen sich denn, von oben gerechnet, sechs Löss-Stufen ausscheiden, und zwar: die Bug-, Udaj-, Dnjepr, Orel-, Tiligul- und Sula-Stufe und mit den entsprechenden Buchstaben des lateinischen Alphabets: *B, U, D, O, T* und *S* bezeichnen. Die genannten Löss-Stufen sind durch fünf Horizonte fossiler Böden voneinander getrennt. In unseren früheren Forschungen

Epochen	Schweiz	Deutschland	Ukraine, Löss-Stufen und Intervalle	Symbole
Vereisung	Würm II	Weichsel	Bug	*B*
Interstadial	Würm — Interstadial		Udaj-Bug Intervall (fossiler Boden)	*UB*
Vereisung	Würm I		Udaj	*U*
Interglazial	Riss — Würm	Saale — Weichsel	Dnjepr-Udaj Intervall (fossiler Boden)	*DU*
Vereisung	Riss	Saale	Dnjepr	*D*
Interstadial	Riss — Interstadial		Orel-Dnjepr Intervall (fossiler Boden)	*OD*
Vereisung	Präriss		Orel	*O*
Interglazial	Mindel — Riss	Elster — Saale	Tiligul-Orel Intervall (fossiler Boden)	*TO*
Vereisung	Mindel	Elster	Tiligul	*T*
Interglazial	Günz — Mindel		Sula-Tiligul Intervall (fossiler Boden)	*ST*
Vereisung	Günz		Sula	*S*

haben wir jede Löss-Stufe mit dem entsprechenden Vorstosse des Eises in Ost-Europa verbunden. Im Zusammenhang mit den sechs Löss-Stufen kann von sechsmaligem Vorstossen des Eises die Rede sein. Die fossilen Böden entsprechen einem „Intervall" im Vorstoss der Eismassen. Diese Unterbrechungen, folglich auch die fossilen Böden, kann man unter Zuhilfenahme der Benennungen der beiden anstossenden durch dieselben trennten, Löss-Stufen bezeichnen. Somit erhalten die fossilen Böden, von oben gerechnet folgende Benennungen: 1) Udaj-Bug, 2) Dnjepr Udaj, 3) Orel-Dnjepr, 4) Tiligul-Orel und 5) Sula-Tiligul. Statt der fossilen Böden kann man von folgenden Intervallen (Unterbrechungen) im Vorstosse der Eismassen reden: Udaj-Bug, 2) Dnjepr-Udaj, 3) Orel-Dnjepr, 4) Tiligul-Orel und 5) Sula-Tiligul. Die entsprechenden Symbole sind: *U-B*, *D-U*, *O-D*, *T-O* und *S-T* oder *UB*, *DU*, *OD*, *TO* und *ST*.

Auf diese Weise kann man die Stufen unseres Lösses bedingterweise mit den Vereisungen Westeuropas in Parallele setzen (siehe die Tabelle).

Geologisches Institut.
Kiew.

Eingegangen
8. IV. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — LITERATUR

[1] В. Г. Бондарчук. Журн. Геол.-геогр. циклу ВУАН, № 3, стр. 81—88, Киев, 1932. W. Bondarčuk. Journal der geologisch-geographischen Zyklus der Ukrainischen Akad. d. Wiss., № 3, SS. 81—88, 1932, Kiew. [2] Id. Четвертинний період, вип. 5, стр. 15—53, Киев, 1933. Id. Quaternäre Periode, Lief. 5, SS. 15—52, 1933, Kiew.

[3] В. И. Крокос. Геол. вестник, т. II, № 2, стр. 57—64, Петроград, 1916. W. Krokos. Geologischer Anzeiger (Vjestnik), Bd. II, № 2, SS. 57—64, 1916, Petrograd. [4] Id. Бюл. Моск. о-ва испыт. прир., отд. геол., т. IV (3—4), стр. 214—264, Москва, 1926 Id. Bulletin der Moskauer Naturforschergesellschaft, geologische Abteilung, Bd. IV (3—4), SS. 214—264, 1926, Moskau. [5] Id. Матеріяли дослідження ґрунтів України, вып. 5, стр. 1—326, Харьков, 1927. Id. Materialien zur Untersuchung der Böden der Ukraine, Lief. 5, SS. 1—326, 1927, Charkow. [6] Id. Вісник Українськой районової геолого-развідкової управи, № 14, стр. 1—18, Киев, 1929. Id. Anzeiger (Visnik) der ukrainischen Landesverwaltung für geologische Forschung und Schurfwesen, № 14, SS. 1—18, 1929, Kiew. [7] Id. Изв. Главн. геол. разв. упр., т. 49, № 1 стр. 1—8, Ленинград, 1930. Id. Nachrichten der Hauptverwaltung für geol. Forschung und Schurfwesen (vorm. geol. Komité), Bd. 49, H. 1, SS. 1—8, 1930, Leningrad. [8] Id. Бюлетень Українськоі районової геолого-розвідкової управи, № 7—8, стр. 14—16, Киев, 1931. Id. Bulletin der ukrainischen Landesverwaltung für geol. Forschung und Schurfwesen, № 7—8, SS. 14—16, 1931, Kiew. [9] Л. Лунгерсгаузен. Тр. Ком. по изуч. четвертичного периода, т. III, вып. 1, стр. 125—166, Ленинград, 1933. L. Lungershausen. Arbeiten der Kommission für Erforschung des Quartärs, Bd. III, Lief. 1, SS. 125—166, 1933, Leningrad. [10] Id. Новый ярус лесса на Украине. Рукопись, стр. 1—20. Киев. 1934. Id. Eine neue Stufe des Löss in der Ukraine. Hdschr., SS. 1—20, 1934, Kiew. [11] Id. Очерки по геологии Молдавии. Научный комитет Молдавии, стр. 1—112, Тирасполь, 1933. Id. Umrisse der Geologie Moldauens. Wissenschaftl. Komité für Moldauen, SS. 1—112, Tiraspol, 1933. [12] М. О. Мельник. Збірник пам'яти ак. Тутковського, т. II, стр. 207—242+6 фототаблиц, Киев, 1932. M. Melnik. Sammelwerk zum Gedenken an Akademiker Tutkovskij, Bd. II, SS. 207—242 + 6 Taf., Kiew, 1932. [13] А. И. Москвитин. Тр. Всесоюзн. геол.-разв. объед., вып. 310, стр. 1—296, Москва, 1933. A. Moskvitin. Arbeiten der Vereinigung für geologische Forschung und Schurfwesen für die Union d. SSR, Lief. 310, SS. 1—296, 1933, Moskau. 14 А. И. Набоких. Матер. по исслед. почв и грунтов Херс. губ., вып. 6, стр. 17—27, Одесса, 1915. A. Nabokich. Materialien zur Erforschung von Böden des Cherson-Gebietes, Lief. 6, SS. 17—27, 1915, Odessa. 15 Ю. А. Скворцов. За недра Средней Азии. № 3, стр. 33—42, Ташкент, 1933. J. Skvorcov. Um die Bodenschätze Mittelasiens, № 3, SS. 33—42, 1933, Taschkent.

ЗООЛОГИЯ

А. Я. ТАРАНЕЦ и А. П. АНДРИЯШЕВ

О НОВОМ РОДЕ И ВИДЕ *PETROSCHMIDTIA ALBONOTATA* (*ZOARCIDAE, PISCES*) ИЗ ОХОТСКОГО МОРЯ

(*Представлено академиком С. А. Зерновым 20 IV 1934*)

Настоящая короткая заметка является извлечением из более детальной работы, посвященной обзору рода *Lycodes* Reinhardt и близких к нему родов, которая подготавливается авторами к печати. Материалом для этого обзора послужили многочисленные сборы экспедиций Тихоокеанского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и Государственного гидрологического института с 1931 по 1933 гг. из Чукотского, Берингова, Охотского и Японского морей; кроме того, благодаря любезности заведующего ихтиологическим отделом Зоологического института АН СССР проф. Г. У. Линдберга, мы имели возможность детально ознакомиться с богатыми коллекциями рыб сем. *Zoarcidae* дальневосточных морей, хранящихся в Академии Наук. Особенно разнообразной и богатой эндемичными родами и видами оказались фауны рыб сем. *Zoarcidae* Охотского моря, среди которых и была обнаружена описываемая ниже новая форма, в сборах любезно предоставленных нам проф. П. Ю. Шмидтом, которому мы считаем приятным долгом принести свою благодарность.

Petroschmidtia gen. nov.

Тело умеренно удлиненное, покрытое довольно крупной чешуей, зубы на челюстях мелкие, нет значительно увеличенных зубов. Сошник и небные без зубов. Подбородочные гребни, образуемые внутренним краем dentale, сильные, высокие, целиком сросшиеся впереди и покрые кожей. Верхняя губа тонкая, сплошная; нижняя губа утолщена в задней части. Крупных ноздреватых пор (как у *Lycenchelys* Gill.) нет; есть мелкие поры на голове и слабо развитые слизистые полости над верхней челюстью и на нижней челюсти. Жаберные отверстия очень большие, доходят вниз до основания брюшных плавников. Небная перепонка неразвита, как и у остальных родов близких к роду *Lycodes* Reinh. Грудные плавники закруглены, без вырезки; брюшные плавники хорошо развиты. Пилорические придатки отсутствуют. Мочевой пузырь темный. Ложножабры слабо развиты.

Род *Petroschmidtia* следует рассматривать как форму, отклонившуюся от рода *Lycodes* Reinh. в сторону своеобразного приспособления к условиям существования на илистых грунтах и специализации в питании мелкими организмами (*Cumacea*, *Ostracoda* и др.). В связи с этим, повидимому, следует поставить тот комплекс признаков, который хорошо отличает этот род от всех известных представителей сем. *Zoarcidae* (полная редукция зубов на сошнике и небных, сильно развитые, в форме плуга, сросшиеся подбородочные гребни, мелкие многочисленные зубы на челюстях, небольшой рот, относительно тонкие, не бугорковидные жаберные тычинки, лишенные шипиков, отсутствие пилорических придатков, очень большие жаберные отверстия и др.). С другой стороны этот же комплекс признаков сближает нашу форму с родом *Lycodes* Reinh., именно с группой типа *Lycodes ushakovi* Popov, подрод *Bergeniana* Popov, который является до некоторой степени промежуточным между *Petroschmidtia* и типичными *Lycodes* Reinh. (частичная редукция зубов, большие жаберные отверстия, сросшиеся подбородочные гребни и пр.).

Род *Petroschmidtia* отличается от родов *Lycodes* Reinh. и *Aprodon* Gilbert отсутствием зубов, как на сошнике, так и на небных, а также отсутствием пилорических придатков. От рода *Lycodopsis* Collet, с которым новый род сходен лишь в отсутствии зубов на сошнике и небных, отличается сильными, сросшимися подбородочными гребнями, отсутствием пилорических придатков, широкими жаберными отверстиями, характером расположения зубов на челюстях и другими признаками. От других родов, близких к роду *Lycodes* Reinh. (*Lycenchelys* Gill., *Embryx* Jordan & Evermann, *Furcimanus* Jord. & Everm.*), новый род отстоит достаточно далеко.

Называем этот характерный новый род в честь известного ихтиолога, исследователя морей Дальнего Востока проф. П. Ю. Шмидта.

Известен один вид из Охотского моря.

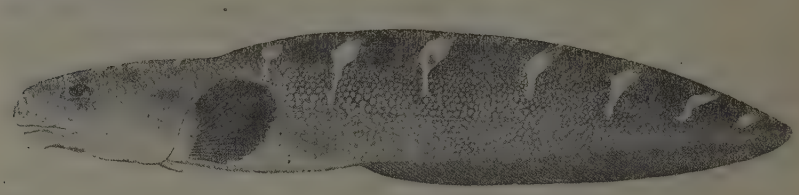
Тип — *Petroschmidtia albonotata* sp. nov.

Petroschmidtia albonotata sp. nov.

Местонахождение. Экспедиция Тихоокеанского института рыбного хозяйства на траулере „Ара", Охотское море, ст. 25, *T* — VII,

* Ввиду наличия переходных форм в строении грудного плавника род *Furcimanus* Jord. & Everm. следует включить в род *Lycodes* Reinh.

$\frac{56°35'—56°37'\ N}{142°46'—142°48'\ E}$, глубина 202—220 м, грунт — зеленый ил, придонная температура +0°.05; 6 экземпляров, П. Ю. Шмидт. Тип № 24607, Зоологический институт АН СССР. *D* 95—98; *A* 80—84; *P* — 17—18; Sp. br. $\frac{2+12}{0+12}$. Голова. 17.7—21.2% длины тела; диаметр глаза 22.1—28.4% длины головы меньше рыла, длина которого достигает 25.7—28.4% длины головы (у более молодых экземпляров глаз равен рылу); межглазничные пространства очень узкие, составляют 2.7—3.7% длины головы.



Фиг. 1. — Fig. 1.

Зубы на челюстях мелкие, острые, спереди не увеличенные; на верхней челюсти сидят в два ряда, наружный имеет около 18 зубов, внутренний 9—10; в передней части между внутренним и наружным рядами 2—3 зуба; все зубы тонкие, несколько изогнутые внутрь; на нижней челюсти зубы сзади сидят в один ряд, впереди переходят в 2 и 3 ряда; внутренний ряд проходит по всей длине dentale и содержит 19—22 зуба, наружный ряд короче, из 10—12 зубов, между этими двумя рядами впереди находится 3-й промежуточный ряд из неправильно расположенных мелких зубов. Сошник и небные без зубов.

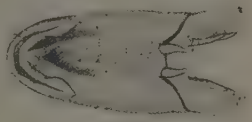
Жаберные тычинки на 1-й жаберной дуге не бугорковидные, как обыкновенно у рода *Lycodes* Reinh., а сжатые с боков, совершенно лишенные шипиков, как во внутреннем, так и в наружном рядах тычинок. Подбородочные гребни хорошо развиты, толстые, высокие, покрыты кожей, спереди сросшиеся; передний угол затянут кожей. Нижняя губа со слабо расширенной свободной частью в задней половине, спереди плотно прирастает к нижней челюсти; верхняя тонкая, одинаковой толщины по всей длине. Верхняя челюсть короткая, едва достигает вертикали середины глаза, слабо выступает над нижней, открывая 2 ряда зубов. Мелкие поры на голове и слабые слизистые полости развиты. Жаберные отверстия очень большие, достигают основания брюшных плавников; длина жаберных отверстий в 3—4 раза превышает расстояние между их нижними краями.

Тело умеренно-удлиненное, сжатое с боков, высота его у основания анального плавника составляет 10.4—11.0% абсолютной длины тела, антеанальное расстояние маленькое, 40.1—42.3% абсолютной длины тела, антедорзальное расстояние 23.2—25.6% абсолютной длины тела. Чешуйчатый покров хорошо развит, чешуя довольно крупная, не соприкасается краями, покрывает сплошь все тело, оставляя голым часть брюха впереди грудных плавников, узкую полоску под последними и треугольное пространство от начала *D* до линии, соединяющей вершины жаберных отверстий. Голова и затылок голые. Отдельные чешуи заходят в передней части на основание *D*, кзади число чешуй постепенно увели-

чивается, покрывая плавник до $^3/_4$ его высоты. Передняя половина *A* голая задняя покрыта чешуей на $^1/_2$—$^3/_4$ высоты плавника.

Боковая линия одна, медиолатеральная, без изгибов, хорошо различима по всему телу до хвоста. Спинной плавник довольно высокий, анальный заметно ниже; грудные плавники закругленные, их длина составляет 10.1—11.5% длины тела; вентральные плавники толстые, прикреплены несколько позади нижних концов жаберных отверстий, их длина составляет 18.3—21.6% длины головы.

Окраска. Тело довольно темное, однообразно серооливковое, снизу незначительно светлее (совсем светлые лишь губы). Чешуя светлее окружающей ее кожи. Спинной плавник темный с 4—7 светлыми продолговатыми или круглыми пятнами, часто имеющими внутри по темному пятнышку. Светлые пятна переходят на спину в виде коротких узких светлых полосок, иногда лишь слегка заходящих с плавника на тело; задние полоски иногда доходят до анального плавника; анальный, грудной и брюшной плавники однообразно темносерые; обычно есть белое продольное пятно на хвостовом плавнике.



Фиг. 2. — Fig. 2.

У одного экземпляра на затылке на линии, соединяющей вершины жаберных отверстий, продолговатое светлое пятно.

Питание в основном состоит из мелких ракообразных (*Cumacea*, а также *Ostracoda*, мелкие *Isopoda* и *Gammaridae*). Характерно отсутствие в желудках *P. albonotata* Tar. & Andr. *Decapoda*, *Mollusca*, *Polychaeta* и других крупных организмов, обычных в питании видов рода *Lycodes* Reinh.

Известно шесть экземпляров из Охотского моря (к юго-западу от о. Ионы) длиной от 209 до 252 мм.

Рисунок выполнен художником Н. Н. Кондаковым.

Тихоокеанский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства. Владивосток.
Ихтиологическая лаборатория Ленинградского государственного университета.

Поступило
20 IV 1934.

ZOOLOGY

ON A NEW GENUS AND SPECIES, *PETROSCHMIDTIA ALBONOTATA* (*ZOARCIDAE*, *PISCES*), FROM THE OKHOTSK SEA

By A. TARANEC and A. ANDRIAŠEV

(*Communicated by A. Zernov, Member of the Academy, 20. IV. 1934*)

The present short note is an extract from a more detailed paper containing a survey ot the genus *Lycodes* Reinhardt and some other closely allied genera. The material for this survey was given by the numerous expeditions organized in 1931—1933 by the Pacific Scientific Institute of Fisheries and the State Hydrological Institute in the Chukotsk, Bering, Okhotsk and Japan Seas; moreover, thanks to the kindnes of Prof.G. Lindberg, chief of the Ichthyological Section of the Zoological Institute of the

USSR Academy of Sciences, we had the possibility of studying the rich collections of fishes of the family *Zoarcidae* from our Far Eastern seas, kept at that Institute. Particularly varied and rich in endemic genera and species proved to be the *Zoarcidae* of the Okhotsk Sea, among which a new form described below was also discovered, in a collection kindly placed at our disposal by Prof. P. Schmidt, to whom we consider it our pleasant duty to express our sincere gratitude.

Petroschmidtia gen. nov.

Body moderately elongate, compressed, covered with comparatively large scales. Small teeth on jaws; considerably enlarged teeth absent. Vomer and palatines without teeth. Chin crests on the inner margin of dental strong, high, anteriorly completely joined and fused together, covered with skin. Upper lip thin, continuous; lower lip with a lobe in its posterior half. No large conspicuous pores (as in *Lycenchelys* Gill.); small pores on the head and feebly developed mucous cavities above the upper and below the lower jaw. Gill-openings very large, reaching to base of ventral fins. No palatine membrane, wanting also in some other genera closely connected with genus *Lycodes* Reinh. Pectoral fins rounded, without a notch; ventral fins well developed. Pyloric caeca absent. Bladder dark. Pseudobranchiae feebly developed. This new genus *Petroschmidtia* may be considered a group deviating from the typical *Lycodes* in so far as it is very peculiarly adapted to the life conditions on the mud and feeds on very small living organisms (e. g. *Cumaceae*, *Ostracoda*, and others). It is possible that due to these conditions this group has acquired the peculiarities by which it differs from all the known forms of the family *Zoarcidae* (e. g. the reduction of the teeth on the vomer and on the palatines, the peculiar plough-shaped, well developed, and anteriorly joined chin crests, the numerous small teeth on jaws, the small mouth, the comparatively thin and not knoblike gill-rakers having no prickles, the absence of pyloric caeca, a very wide gill-opening, etc.).

The genus *Petroschmidtia* differs from the genera *Lycodes* Reinh. and *Aprodon* Gilb. by the absence of teeth on the vomer as well as on the palatines and also by the absence of pyloric caeca. It is similar to the *Lycodopsis* Collet only by the absence of the teeth on vomer and palatines and differs from it by the strong joined chin crests, the absence of pyloric caeca (there are 3 pyloric caeca in *Lycodopsis*), the large gill-openings, the distribution of the teeth on jaws and by some other characters. From other genera connected with *Lycodes* Reinh. (*Lycenchelys* Gill., *Embryx* Jord. & Everm.) it is widely removed.

We name this new genus after Prof. Peter Schmidt, our well-known ichthyologist, in recognition of his research work on the fishes of the Far-Eastern seas.

Only a single species is known from the Okhotsk Sea.

Type — *Petroschmidtia albonotata* sp. n.

Petroschmidtia albonotata sp. n.

Okhotsk Sea, st. 25, *T.* VII, lat. 56° 35′—56° 37′ N., long. 142° 46′—142° 48′ E., depth 202—220 m; September 8, 1932, ground—green mud; bottom temperature +0°.5; 6 specimens. Expedition of the Pacific

Scientific Institute of Fisheries on boord the trawler 'Ara', P. Schmidt. Type № 24607, Zoological Institute of the USSR Academy of Sciences *D* 95—98; *A* 80—84; *P* 17—18; sp. br. $\frac{2+12}{0+12}$. Head 17.7—21.2% of total length; long diameter of eye 22.1—28.4% of length of head, shorter than snout, the length of the latter reaching 25.7—28.4% of head length (in the younger specimens the eye is equal to the snout); interorbital space very narrow, 2.7—3.7% of length of head. Teeth on jaws small, sharp, no enlarged teeth anteriorly; on the upper jaw in two rows, the outer has about 18, the inner about 9—10 teeth; in front between the inner and the outer row there are about 2—3 teeth; all teeth thin, somewhat directed inward; on the lower jaw the teeth are arranged posteriorly in a single row, anteriorly in 2—3 rows; the inner row is placed along the dental and contains 19—22 teeth; the outer row is shorter and has about 10—12 teeth, between these rows a third intermediate row of small irregularly disposed teeth. Vomer and palatines without teeth. Gill-rakers on the first gill-arch not knoblike, as is usual in the genus *Lyrodes* Reinh., but compressed, utterly devoid of prickles both in their outer and in their inner rows. Chin crests well developed, thick, high, covered with skin, joined and fused together anteriorly, forming an obtuse angle and a kind of a pouch below the lower jaw. Lower lip with a somewhat dilated free part in its posterior half, but closely adhering to the lower jaw anteriorly; upper lip thin, of the same thickness throughout its whole length. Upper jaw short, scarcely reaching the vertical of the middle of eye, slightly prominent over the lower jaw. Small inconspicuous pores on the head and feebly developed mucous cavities on the lower jaw present. Gill opening very large, reaching the base of ventral fins; their length is 3—4 times greater than the distance between their lower angles.

Body moderately elongate, compressed, its depth at the origin of anal fin 10.4—11.0% of the total length, the distance from tip of snout to origin of anal fin small, 40.1—42.3% of the total length, to origin of dorsal fin 23.2—25.6% of the total length. Scales comparatively large, not imbricate, covering the whole body, only the lower part of the body in front of pectoral, a narrow space behind the pectoral fin, and a triangular space from the origin of dorsal fin to the line connecting the upper angles of the gill-openings being naked. Head and occiput naked. Some single scales are distributed on the base of dorsal fin in its anterior part; the number of scales gradually increases posteriorly, covering the fin to $^3/_4$ of its depth. Anterior half of the anal fin naked, posterior — scaled about $^1/_2$—$^3/_4$ of its depth.

Lateral line single, mediolateral, without curves, distinct all along the length of the body to base of caudal. Dorsal fin rather high, the anal somewhat lower; pectoral fins rounded, their length equaling 10.1—11.5% of the total length; ventral fins thick, placed somewhat behind the lower angles of the gill-opening, their length being 18.3—21.6% of the length of head. Colour. Body rather dark, uniformly grey-olivaceous, somewhat lighter below (only lips and anterior part of chin crests being quite light). Scales lighter than the surrounding skin. Dorsal fin darker, with 4—7 white elongate or round spots having often small dark spots in their middle. White spots appear on the back as short narrow light bars, sometimes extending not far on the sides of the body; some of the posterior bars extend to the anal fin. Anal, ventral, and pectoral fins uniformly dark grey; a white elongate spot usually present on the base of caudal fin. One

specimen has an elongate light transversal spot on the line connecting the upper angles of the gill-openings.

Feeding. The fish seems to feed chiefly on small crustaceans (*Cumacea*, *Ostracoda*, small *Isopoda*, and *Amphipoda*). The absence in its stomach of the *Decapoda*, *Mollusca*, *Polychaeta*, and other marine organisms of a larger size usually found in the stomachs of the *Lycodes* species, is very characteristic. Six specimens from the Okhotsk Sea 209—252 mm long are known.

Pacific Scientific Institute
of Fisheries. Vladivostok.
Ichthyological Laboratory
of the Leningrad State University.

Received
20. IV. 1934.

ЗООЛОГИЯ

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ СРАВНЕНИЯ ФАУНЫ БАЙКАЛА И КАСПИЯ ПРИ ПОМОЩИ РЕАКЦИИ ПРЕЦИПИТАЦИИ

Д. Н. ТАЛИЕВ и А. Я. БАЗИКАЛОВА

(*Представлено академиком С. А. Зерновым 13 IV 1934*)

Едва ли найдется фауна другого водоема, которая, подобно эндемичной фауне Байкала, являлась бы источником такого разнообразия противоречивых взглядов, и споров у различных исследователей. Несмотря на сравнительно многочисленные исследования в области систематики, морфологии и отчасти биологии различных групп байкальской фауны, она и по сию пору остается для нас во многих отношениях загадочной. Загадочной главным образом в отношении происхождения тех или иных ее групп, а также и в отношении характера многочисленных таксономических единиц в различных группах. В виду того, что все эти вопросы едва ли смогут быть окончательно разрешены на основании только применявшихся методов исследования, мы надеемся приблизиться к их разрешению, применяя для этого еще и серологические методы. Реакции иммунитета в зоологии, особенно в вопросах разрешения генезиса и филогенетического родства различных групп и форм, применялись уже сравнительно давно [в этом направлении мы имели еще в начале настоящего столетия многочисленные исследования, — Уленгута (1905), Нёттала (1904), Грагам-Смита (1904), Нересхеймера (1908—1909) и др.], но в последнее время методы серологических исследований чрезвычайно уточнились по всем реакциям и в частности по наиболее популярной среди зоологов реакции преципитации. Эта реакция благодаря повторным гетерогенным иммунизациям животных (1), абсорбированию (2) и разведению (3) антисывороток стала чрезвычайно чувствительной. Наши исследования проводились с реакцией преципитации.

Прежде чем перейти к изложению результатов работы несколько слов скажем о методике.

В качестве антигена нами брались вытяжки из мускулатуры, растертой в ступке и разведенной раствором Рингер-Лока в определенной пропорции. Вытяжки профильтровывались в стерильных условиях и употреблялись в качестве антигена для иммунизации кроликов внутривенно.

После пяти иммунизаций и спустя 10 дней после последней инъекции у кроликов брались пробы крови на проверку высоты титра сыворотки. Если титр был не ниже 1:6000, кролики обескровливались французским способом. Просветленные и приготовленные к работе сыворотки нами разводились в отношении 1:1 жидкостью Рингер-Лока, содержащей 15° Alc Этот способ в целях лучшего сохранения сывороток был предложен А. Григорьевым (4). Эта консервация по исследованиям Аксенова (5) на течение и исход реакции большого влияния не имеет, но разведение сывороток вызывает увеличение специфичности, т. е. явление, аналогичное специальному разведению сывороток, предложенному Гектоэном и Буром (3). Реакции производились при дневном свете, при температуре 15—16° С, степень родства устанавливалась по высоте титра антигена, и реакции читались на косом черном экране. Наблюдения за течением реакций производились через 5, 15, 20, 25 и 30 минут. Реакции выражались в процентах, считая гомологичные реакции за 100% гетерологичные в процентных отношениях к ним, по Бойдэну (6). Не касаясь результатов, полученных от сравнения различных форм байкальских животных между собою, перейдем к изложению предварительных результатов, полученных от сравнения некоторых представителей эндемичной байкальской фауны с представителями других фаун, главным образом Каспийского моря.

Нами произведены следующие реакции: байкальских *Polychaeta* с каспийскими того же рода.

Таблица 1—Table 1

Антигены Antigenes	Сыворотка *Man. baicalensis* Serum of *Man. baicalensis* № 4 XI 1932 (%)
Manajunkia baicalensis Nusb.	100
„ *caspia* Ann.	31.2

Родство между данными формами существует определенное, правда меньшее, нежели наблюдаемое у представителей одного рода в других группах животных, но вопрос об однотипности серологического родства между одинаковыми таксономическими единицами в различных группах животных пока еще не выяснен. Кроме того, если морфологическая систематика почти бессильна установить степень отдаленности одной формы от другой с учетом факторов развития одной формы данного рода повидимому только в море, а другой и в пресной воде, то серологическая (физиологическая) систематика это разрешает с успехом.

Из байкальских *Amphipoda* мы располагали сыворотками 3 форм: *Acanthogammarus godlewskii* Dyb., *Echinogammarus verrucosus* Dyb. и *Palasea cancellus* Gerstf., которые сравнивались с каспийскими *Ampipoda* и *Gammarus pulex* (см. табл. 2).

Из табл. 2 видно, что байкальские формы дают реакции только с немногими каспийскими. У *Ac. godlewskii* и *Ech. verrucosus* наибольшая реакция с *Gam. loricatus caspius*, являющимся для Каспия северным элементом (7). Кроме того, *Ech. verrucosus* дает более слабые реакции с *Pont. maeoticus* и *Dik. haemobaphes*. Реакции же с типично пресноводным *G. pulex*

Таблица 2 — Table 2

Антигены Antigenes	Сыворотки (%) Sera (%)		
	A. godlewskii No 8 XI 1932	*E. verrucosus* No 15 I 1933	*P. cancellus* No 16 I 1933
1. *Acanthogammarus godlewskii*, Dyb.	100	12.5	6.2
2. *Echinogammarus verrucosus*, Dyb.	87.5	100	6.6
3. *Pallasea cancellus*, Gerstf.	10.5	11.0	100
4. *Gammaracanthus loricatus caspius*, Grimm	16.7	22.2	0
5. *Amathillina spinosa*, Grimm	Следы Traces	Следы Traces	7.8
6. *Dikerogammarus haemobaphes*, Eichw.	0	1.0	0
7. *Gammarus grimmi*, Sars	0	0	0
8. *Pontogammarus maeoticus*, Sow.	0	5.6	0
9. „ *subnudus*, Sars	0	Следы Traces	0
10. „ *crassus*, Grimm	0	0	0
11. *Boeckia spinosa*, Grimm	Следы Traces	Следы Traces	0
12. *Stenogammarus placidus*, Grimm	Следы Traces	Следы Traces	0
13. *Gmelinopsis tuberculata*, Sars	0	Следы Traces	4.5
14. *Gammarus pulex*	Следы Traces	Следы Traces	10.0

Таблица 3 — Table 3

Антигены Antigenes	Сыворотка *Ph. sibirica* Serum of *Ph. sibirica* No 10 XII 1932 (%)
1. *Phoca sibirica*, Gmel.	100
2. „ *hispida*, Schr. (Новая Земля — Novaya Zemlya)	89.0
3. „ *hispida*, Schr. (Белое море — White Sea)	81.8
4. „ *hispida ladogensis*, Nord.	72.5
5. „ *caspica*, Gmel.	62.5
6. „ *vitulina largha*, Pall.	58.2
7. *Erignathus barbatus*, Fabr.	36.4

отсутствуют. Совсем иные отношения мы видим у *Pal. cancellus*, которая не дает реакций ни с одним из выше указанных каспийских видов, но близка к *Amat. spinosa*, *Gmel. tuberculata* (формам эндемичным для Каспия) и *Gam.*

pulex. Следует отметить, что и в ряду байкальских *Amphipoda* род *Pallasea* стоит также особняком. Повидимому, фауна амфипод Байкала имеет различные корни происхождения; некоторые родственны северным морским формам, а часть их близко примыкает к пресноводной фауне с одной стороны и с другой к дериватам сарматского бассейна (8).

Реакция *Phoca sibirica Gmel.* с рядом форм из подсемейства *Phocinae* дала следующие результаты (см. табл. 3).

Из вышеприведенных данных мы видим, что *Ph. sibirica* ближе всего стоит к *Ph. hispida*. Этот факт вполне подтверждает большинство ранее высказанных гипотез о происхождении байкальской нерпы от северных родичей.

Байкальская лимнологическая станция.
Ленинград.

Поступило
13 IV 1934.

ZOOLOGY

PRELIMINARY RESULTS OF A COMPARISON OF THE BAIKAL AND CASPIAN FAUNAE BY THE METHOD OF PRECIPITIN REACTION

By D. TALIEV and A. BAZIKALOVA

(*Communicated by S. Zernov, Member of the Academy, 13. IV. 1934*)

Hardly has any other lake fauna been the source of such a variety of contradictory opinions and discussions among its many investigators as the endemic fauna of Lake Baikal. Notwithstanding the comparatively numerous studies of the systematics, morphology, and, to a smaller extent, of the biology of the various groups of the Baikal fauna, in many respects it still remains a riddle to us. It is principally so in respect of the origin of some of its groups and also of the character of the numerous taxonomic units in the various groups. As it is hardly possible that the methods of investigation applied hereto could alone fully solve all these problems, we hope to approach their solution by including the serodiagnostic method. Immunity reactions have already been applied for a comparatively long time in zoology, especially in the study of problems of the genesis and phylogenetic relationship of various groups and forms [we have already numerous investigations along this line dating from the beginning of this century, — Uhlenhuth (1905), Nuttal (1904), Graham Smith (1904), Neresheimer (1908—1909), and others]. And at present the methods of serodiagnostic investigation have become extremely sensitive in respect of all reactions, including the precipitin reaction, the most popular one amongst zoologists. This reaction, due to repeated heterogeneous inmunizations of animals (1), absorption (2), and dilution (3) of antisera has become extremely sensitive. We carried out our investigations with the help of the precipitin reaction.

Before setting forth the results of our study we shall say a few words about our method.

Our antigene was extracted from tissues pounded in a mortar and dissolved in the Ringer-Lock solution in a definite proportion. The extracts were passed through a sterile filter and then used as an antigene for the

intravenous immunization of rabbits. After five immunizations and 10 days after the last injection, blood samples were taken to determine the titre strength of the serum. If the titre strength was not less than 1:6000, the rabbits were drained of blood by the French method. The sera after clarification and preparation for use were diluted in equal parts with Ringer-Lock solution containing 15° Alcohol. This method was introduced by A. Grigorjev (4) for the better preservation of the sera. Such preservation according to the investigations by Aksenov (5) do not influence to any considerable degree the course and the results of the reaction, and at the same time this dilution of the sera increases its specificity similarly to the special dilution of the sera proposed by Hektoen and Boor (3). The reactions were performed in daylight at a temperature of 13—16° C. The degree of relationship was determined by the strength of the antigene titre. The reactions were read on an oblique black screen. Observations of the course of the reaction were made after 5, 15, 20, 25, and 30 minutes. The reactions were expressed in percentage. Homologous reactions were taken as 100%, and heterologous reactions were expressed in their relation to the former, according to Boyden (6). Leaving out of discussion the results of the comparison of the various forms of the Baikal animals between themselves, we shall limit ourselves to the preliminary results of the comparison of certain representatives of the endemic Baikal fauna with the representatives of other faunae, principally of the Caspian sea.

We have carried out the following reactions: the Baikal Polychaeta with those of the Caspian (see table 1, p. 513).

There is a definite relationship between these forms. It is true that this relationship is weaker than that observed between the representatives of one genus in other animal groups, but the problem of unity of type of the sero-relationship between similar taxonomical units in different animal groups has not been solved as yet. Besides, if morphological systematics are almost helpless in determining the degree of distant relationship between two forms when one of them is obviously of an exclusively marine origin while the other has developed in fresh water, serological (physiological) systematics successfully solves such problems.

We had the sera of 3 forms of the Baikal *Amphipoda*: *Acanthogammarus godlewskii* Dyb., *Echinogammarus verrucosus* Dyb., and *Palasea cancellus* Gerstf., which we compared with the Caspian *Amphipoda* and *Gammarus pulex*. (see table 2, p. 514).

We see from the above table that the Baikal forms give a reaction with only a few of the Caspian forms. *Ac. godlewskii* and *Ech. verrucosus* show the greatest reaction with *Gammarus loricatus caspius*, which is a northern element in the Caspian fauna (7). *Ech. verrucosus* likewise shows a much weaker reaction with *Pont. maeoticus* and *Dik. haemobaphes*. But there are no reactions with the typical fresh water *G. pulex*. We have a quite different relationship for the *Pal. cancellus*, which does not give reactions with any of the above mentioned Caspian species, but shows close affinity with *Amat. spinosa*, *Gmel. tuberculata* (forms endemic to the Caspian) and *Gam. pulex*. It is noteworthy that the genus *Pallasea* stands by itself even among the Baikal *Amphipoda*. Evidently the Baikal *Amphipoda* are of different origin. Some are related to the northern marine forms, while others ars closely allied on the one side to fresh-water fauna and on the other to forms derived from the Sarmatian basin (8).

The reaction of *Phoca sibirica* Gmel. with a number of forms of the subfamily *Phocinae* gave the following results (see table 3, p. 514).

We see from the data of table 3 that *Ph. sibirica* shows the greatest affinity with *Ph. hispida*. This fully confirms the majority of hypotheses which assume the Baikal seal to be of northern origin.

The Baikal Limnological Station,
Leningrad.

Received
13. IV. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. K. Nishegorodzeff. Z. Immunitätsforsch. in exp. Therap., 66, 276, 1930. 2. H. R. Wolfe. Phys. Zoology, v. VI, № 1, 1933. 3. L. Hektoen and A. K. Boor. Journ. Inf. Dis., 49, 29, 1931. 4. А. В. Григорьев. Русск. врач, № 36, 1911. A. Grigorjev. The Russian Physician, № 36, 1911. 5. Л. В Аксенов. Дисс. В.-мед. акад., 1913. L. Aksenov. Dissertation read at the Military Medical Academy, 1913. 6 A A. Boyden. Biol. Bull., 50, 73, 1926. 7. Л. С. Берг. ДАН, сер. А., стр. 107—112, 1928. L. Berg. C. R. de l'Acad. d. Sci. de l'URSS, sér. A., p. 107—112, 1928. 8 А. В. Мартынов. Печатается в Трудах Зоол. инст. АН. A. Martynov. In the press.

ХРОНИКА

ВТОРОЙ ВСЕСОЮЗНЫЙ МАТЕМАТИЧЕСКИЙ СЪЕЗД

С 24 по 30 июня 1934 г. в Ленинграде будет происходить II Всесоюзный математический съезд. На съезде будут работать следующие секции: 1) теория чисел и алгебра; 2) геометрия; 3) топология; 4) анализ I (теория множеств и теория функций); 5) анализ II (дифференциальные, интегральные и функциональные уравнения; вариационное исчисление); 6) механика и математическая физика; 7) теория вероятностей; 8) приближенные вычисления; 9) история и философия математики.

Программа съезда включает свыше 200 докладов, отражающих развитие математики в СССР. На съезде будут прочитаны следующие обзорные доклады: 1) П. С. Александров „Топология и алгебра в их взаимоотношениях“; 2) И. М. Виноградов „Задача Waring'a“; 3) А. О. Гельфонд „Теория трансцендентных чисел“; 4) Н. М. Гюнтер „Интегралы Stieltjes'a в математической физике и в теории интегральных уравнений“; 5) И. А. Кибель „Механика сжимаемой жидкости“; 6) А. Н. Колмогоров „О некоторых новых течениях в теории вероятностей“; 7) М. А. Лаврентьев „Геометрические вопросы теории функций комплексного переменного“; 8) Н. Н. Лузин „Современные проблемы теории функций действительного переменного“; 9) Л. А Люстерник и Л. Г. Шнирельман „Топологические методы в применении к экстремальным задачам“; 10) Г. М. Мюнц „Функциональные методы в краевых задачах“; 11) Л. С. Понтрягин „Структура непрерывных групп“; 12) В. И. Смирнов „Некоторые ленинградские работы в области анализа и его приложений“; 13) В. В Степанов „Качественные методы теории дифференциальных уравнений“; 14) А. Я. Хинчин „Математические основания статистической механики“; 15) Н. Г. Чеботарев „Некоторые проблемы современной теории Galois“.

Кроме научных докладов съезд заслушает доклады о работе математических институтов Союза и обсудит перспективы дальнейшего развития математики в СССР.

Заседания съезда будут происходить в Академии Наук СССР и в Ленинградском государственном университете.

ТРУДЫ КОНФЕРЕНЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ СТРАТОСФЕРЫ

Президиум Академии Наук СССР поручил Издательству Академии Наук издать „Труды" Конференции в двух тиражах: на русском и иностранных языках. „Труды" на русском языке, представляющие собой огромный том (около 40 печатных листов), уже сданы в печать.

Президиум Академии Наук признал желательным созыв в 1936 г. мирового конгресса по изучению стратосферы на территории СССР.

При физическом институте Академии Наук образована постоянная комиссия по изучению стратосферы в следующем составе: акад. С. И. Вавилов (председатель), акад. В. И. Вернадский, акад. А. Ф. Иоффе, акад. Г. А. Надсон, член-корреспондент Н. Н. Андреев, член-корреспондент М. А. Бонч-Бруевич, проф. А. Б. Вериго П. С. Дубенский, проф. Н. Н. Калитин, проф. П. А. Молчанов, проф. С. Г. Натансон член-корреспондент Л. А. Орбели, Г. А. Прокофьев, проф. Н. А. Рынин, проф. П. Н. Тверской, член-корреспондент Г. А. Тихов и М. С. Эйгенсон.

„МЕНДЕЛЕЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ" И „МЕНДЕЛЕЕВСКИЙ СЪЕЗД".

В ознаменование исполнившегося в нынешнем году столетия со дня рождения Д. И. Менделеева Всесоюзная Академия Наук СССР постановила:

1. Ежегодно 8 февраля, в день рождения Д. И. Менделеева, устраивать торжественные заседания для чтения выдающихся научных работ по химии и физико-математическим дисциплинам („Менделеевские чтения"), привлекая к этим чтениям советских и иностранных деятелей в области науки и техники.

2. Создать постоянный фонд для премирования выдающихся советских научных работ по химии и физико-математическим дисциплинам. Установить с этой целью следующие премии имени Д. И. Менделеева: 2 премии в размере 5000 руб. каждая и 4 премии по 2500 руб.

3. Организовать при общем собрании Академии Наук СССР комиссию из представителей химической и физико-математической групп Академии Наук СССР для рассмотрения научных работ в области химии и физико-математических дисциплин и избрания как докладчиков на Менделеевские чтения, так и премирования выдающихся опубликованных за год оригинальных исследований в области науки и техники.

Состав Менделеевской комиссии: председатель — президент Академии Наук СССР, члены Комиссии — по три от каждой из указанных групп Академии Наук СССР Члены Комиссии избираются общим собранием Академии сроком на 3 года.

4. Представление кандидатов на премии имени Д. И. Менделеева научно-исследовательские учреждения, а также отдельные работники науки и техники, направляют ученому секретарю Менделеевской комиссии (Ленинград, Академия Наук СССР) к 1 декабря. Представления должны содержать следующие сведения: характеристику работы, выдвигаемой на премирование, с точки зрения ее научной ценности и значения для социалистического строительства, и краткую биографию автора с кратким перечнем его основных научных трудов.

Юбилейный Менделеевский съезд, созыв которого возложен на Академию Наук СССР, намечается на 10 сентября с. г. Председатель Организационного комитета Съезда — акад. Н. С. Курнаков, генеральный секретарь — акад. И. В. Гребенщиков. Оргкомитет разослал приглашения на Съезд крупнейшим иностранным химикам и физикам.

ANNOUNCEMENTS

THE SECOND ALL-UNION MATHEMATICAL CONGRESS

The Second All-Union Mathematical Congress is scheduled to take place from June 24 to June 30, 1934. The Congress will be divided into the following sections: 1) the theory of numbers and algebra; 2) geometry; 3) topology; 4) analysis I (the theory of manifolds and the theory of functions); 5) analysis II (differential, integral, and functional equations; calculus of variations; 6) mechanics and mathematical physics; 7) the theory of probability; 8) approximate calculations; 9) the history and philosophy of mathematics.

The agenda of the Congress comprises over 200 papers, showing the development of mathematics in the USSR. The following papers affording general surveys will be read at the Congress:

1) P. Alexandrov — 'Topology and Algebra in their Interrelation'; 2) I. Vinogradow — 'Waring's Problem'; 3) A. Gelfond 'The Theory of Transcendental Numbers'; 4) N. Günther — 'Stieltjes's Integral in Mathematical Physics and in the Theory of Integral Equations'; 5) I. Kibel — 'The Mechanics of a Compressed Liquid'; 6) A. Kolmogorov — 'Concerning Some New Tendencies in the Theory of Probability'; 7) A. Lavrentjev — 'Geometrical Problems of the Theory of Functions of Complex Variables'; 8) N. Lusin — 'Modern Problems of the Theory of Functions of Real Variables'; 9) L. Lüsternick and L. Schnirelmann — 'Topological Methods as Applied to Extremal Problems'; 10) G. Müntz — 'Functional Methods in Limiting Problems'; 11) L. Pontrĭagin — 'The Structure of Continued Groups'; 12) V. Smirnov — 'Some Leningrad Investigations in the Domain of Analysis and its Applications; 13) V. Stepanov — 'Qualitative Methods of the Theory of Differential Equations'; 14) A. Chinčin — 'Mathematical Foundations of Statistical Mechanics'; 15) N. Čebotarev — 'Some Problems of the Modern Theory of Galois'.

There will be also reports on the work of the mathematical institutes of the USSR, and the Congress will discuss the perspectives of the further development of mathematics in the USSR.

The sittings of the Congress will be held at the USSR Academy of Sciences and the Leningrad State University.

THE PROCEEDINGS OF THE CONFERENCE FOR THE STUDY OF THE STRATO-SPHERE

The Presidium of the USSR Academy of Sciences has commissioned the Publishing House of the Academy of Sciences to issue the 'Proceedings' of the Conference both in Russian and in English. The Russian text of the 'Proceedings', a volume of about 500 pages, is already in the press.

The Presidium of the USSR Academy of Sciences has decided to call a world congress for the study of the stratosphere to be held on the territory of the USSR in 1936. A permanent commission for the study of the stratosphere has been instituted at the Physical Institute of the Academy of Sciences. The commission includes: S. Wawilow, Member of the Academy, chairman, A. Joffe, Member of the Academy, G. Nadson, Member of the Academy, V. Vernadskij, Member of the Academy, N. Andrejev, Corresponding Member of the Academy, M. Bonč-Brujevič, Corresponding Member of the Academy, P. Dubenskij, M, Eigenson, Prof. N. Kalitin, Prof. P. Molčanov, Prof. S. Natanson, L. Orbeli, Corresponding Member of the Academy, G. Prokofjev, Prof. N. Rynin, G. Tichov, Corresponding Member of the Academy, Prof. P. Tverskoj, and Prof. A. Verigo.

MENDELÉEFF READINGS AND MENDELÉEFF CONGRESS

The All-Union Academy of Sciences has decided to signalize the Mendeléeff centenary in the following way:

1) To organize festival sittings for the purpose of reading outstanding papers on chemistry and physico-mathematical disciplines ('Mendeléeff Readings') every year on February 8, Mendeléeff's birthday, securing the participation in these readings of soviet and foreign scientists.

2) To provide a permanent fund for awarding prizes to the authors of outstanding papers in the domain of chemistry and physico-mathematical disciplines. To establish the following Mendeléeff prizes: two prizes of 5000 roubles each and 4 prizes of 2500 roubles.

3) To appoint a committee consisting of the representatives of the chemical and physico-mathematical groups of the USSR Academy of Sciences for the purpose of examining papers on chemistry and physico-mathematical disciplines, selecting those to be read at the Mendeléeff Readings, as well as awarding prizes to the authors of original investigations in the domain of science and technique, published during the year. The President of the USSR Academy of Sciences will be the chairman of the Mendeleeff Committee; the members of the committee — three from each of the above mentioned groups of the USSR Academy of Sciences — will be elected by the General Meeting of the Academy for a term of three years.

The Mendeléeff Congress is scheduled to open on September 10 of the current year under the auspices of the USSR Academy of Sciences. N. Kurnakov, Member of the Academy, is the chairman of the Organization Committee of the Congress, I. Grebenščikov, Member of the Academy, — its secretary general. Invitations have been sent by the Organization Committee to leading foreign chemists and physicists.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

1. В „Докладах" помещаются предварительные сообщения или статьи-конспекты научных работников СССР, содержащие в краткой форме наиболее существенные результаты их работы в области математики, естествознания и теоретической техники.

2. Объем статьи не должен превышать 10 000 печ. знаков.

3. Статьи направляются в редакцию „Докладов" непосредственно или через действительных членов Академии Наук.

4. Статьи принимаются к напечатанию Редакционной коллегией с отзывом действительных членов Академии Наук по специальности. Статьи членов-корреспондентов Академии Наук, наравне со статьями действительных членов Академии Наук, направляются в Редакционную коллегию непосредственно без отзыва действительных членов Академии Наук.

5. Каждая статья печатается на русском и на одном из иностранных языков, французском, английском или немецком. Автор должен представить вместе с русским текстом статьи ее перевод или резюме на одном из указанных иностранных языков.

6. Объем перевода не должен превышать 10 000 печ. знаков, резюме — не более 3 000 печ. знаков.

7. Цитируемая литература должна быть автором указываема не в подстрочных примечаниях, а в конце статьи общим списком с обозначением в тексте статьи порядковой цифрой ссылки на цитируемую работу.

8. В конце статьи автором должны быть обозначены на русском и иностранном языках название и местонахождение научного учреждения, в котором произведена работа.

9. Иллюстрации в „Докладах" помещаются лишь в исключительных случаях.

10. Статьи должны быть доставляемы в совершенно готовом к печати виде (переписанными на машинке на одной стороне листа, через два переката).

11. В виду срочности издания корректуры статей авторам не посылаются.

12. Автор получает бесплатно 50 отдельных оттисков своей статьи.

Редакционная Коллегия просит действительных членов Академии Наук при направлении статей в „Доклады" для напечатания указывать на статьях дату их получения от авторов.

Напечатано по распоряжению Академии Наук СССР
11 июня 1934 г.

Непременный секретарь академик *В. Вомин*

Редакционная коллегия: академик А. А. Борисяк
академик С. И. Вавилов
академик А. А. Рихтер

Ответственный редактор академик-секретарь ОМЕН А. А. Борисяк

Редактор издания И. М. Эйзен. — Технический редактор М. И. Стеблин-Каменский

Сдано в набор 3 июня 1934 г. — Подписано к печати 10 июня 1934 г.

80 стр. (441—520)

Формат бум. 72 × 110 см. — 5 печ. л. — 51 840 печ. зн. в л. — Тираж 3000 + 175

Ленгорлит № 9925. — АНИ № 377. — Заказ № 3247

Типография Академии Наук СССР. В. О., 9 линия, 12

Цена 2 руб.

ПРИНИМАЕТСЯ ПОДПИСКА

НА

„ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК СССР“

(НОВАЯ СЕРИЯ)

с 1 июля 1934 г. по 1 января 1935 г.

Подписная цена на 6 месяцев (18 выпусков) **27 руб.**

«ДОКЛАДЫ» выходят ежедекадно (1, 11 и 21 каждого мес.)

Подписку и деньги направлять Сектору распространения Издательства Академии Наук Ленинград 53, В. О., Тучкова наб., 2, или сдавать доверенным, снабженным специальными удостоверениями

ПРИЕМ ПОДПИСКИ НА „ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК СССР“

с 1 января по 1 июля 1934 г. прекращен

(весь тираж издания исчерпан)

КОМПЛЕКТЫ

ИЗДАНИЯ

„ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК СССР“

(НОВАЯ СЕРИЯ)

за 1933 год

Шесть выпусков — 20 печ. листов

Цена 9 руб.